



TUGAS AKHIR - RC14-1501

**PERENCANAAN PONDASI DAN ANALISA STABILITAS
TANAH PADA RENCANA T.534-536 DAN T.540-542 JALUR
TRANSMISI 500 KV UNGARAN-MANDIRANCAN II**

ANNISA RIZQI DERLANDIA
NRP 3112 100 002

Dosen Pembimbing I
Dr. Ir. Ria Asih A. Soemitro, M.Eng

Dosen Pembimbing II
Dr. Dwa Desa Warnana, S.Si, M.Si

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - RC14-1501

**FOUNDATION DESIGN AND SOIL STABILITY ANALYSIS
ON T.534-536 AND T.540-542 500 KV OVERHEAD
TRANSMISSION ROUTE UNGARAN-MANDIRANCAN II**

ANNISA RIZQI DERLANDIA
NRP 3112 100 002

Supervisor I
Dr. Ir. Ria Asih A. Soemitro, M.Eng

Supervisor II
Dr. Dwa Desa Warnana, S.Si, M.Si

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

**PERENCANAAN PONDASI DAN ANALISA STABILITAS
TANAH PADA RENCANA T.534-536 DAN T.540-542
JALUR TRANSMISI 500 KV UNGARAN-
MANDIRANCAN II**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

ANNISA RIZQI DERLANDIA

NRP. 3112100002

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Dr. Ir. Ria Asih A. Soemitro

2. Dr. Dwa Desa Warnana, S.Si, M.Si



**SURABAYA
JANUARI, 2016**

**PERENCANAAN PONDASI DAN ANALISA STABILITAS
TANAH PADA RENCANA T.534-536 DAN T.540-542
JALUR TRANSMISI 500 KV UNGARAN-
MANDIRANCAN II**

Nama Mahasiswa : Annisa Rizqi Derlandia
NRP : 3112100002
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Ria Asih A. Soemitro, M.Eng
Dosen Pembimbing II : Dr. Dwa Desa Warnana, S.Si, M.Si

Abstrak

Sebagai pemasok listrik utama, PT PLN(Perusahaan Listrik Negara) terus mengembangkan jaringan transmisi sebagai bentuk pengembangan sistem kelistrikan di Indonesia. Kebutuhan listrik yang meningkat menyebabkan perlunya penambahan kapasitas listrik oleh PT PLN. Dengan adanya kebutuhan listrik tersebut, PT PLN telah merencanakan jalur-jalur transmisi overhead line baru di berbagai daerah di Indonesia. Diantara jalur-jalur transmisi yang direncanakan, salah satu jalur yang sedang dikembangkan adalah Jalur Transmisi (SUTET 500 kV) Jalur Ungaran-Mandirancan II. Jalur ini dimulai dari Ungaran, Kabupaten Semarang hingga Mandirancan, Kabupaten Kuningan. Pengembangan jaringan transmisi tersebut merupakan wujud dari pengembangan kelistrikan jangka panjang 2010-2019.

Pada tower-tower yang sudah dibangun sebelumnya, pernah terjadi kasus sliding pada salahsatu kaki tower. Hal ini menyebabkan diperlukannya perbaikan struktural tower maupun pondasinya. Selain itu, ada beberapa tower pada Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II yang memiliki kondisi tanah yang kritis. Tower-tower rencana tersebut berada di daerah dengan

kerentanan menengah, tingkat kerawanan gempa tinggi, juga berada di daerah dengan jenis tanah clay shale. Dengan kondisi tersebut maka diperlukan perencanaan pondasi yang matang. Untuk menunjang perencanaan pondasi yang matang maka perlu dilakukan penyelidikan tanah di titik-titik tower rencana tersebut, yaitu T.534-536 dan T.540-542.

Karakteristik tanah di lokasi T.534-536 dan T.540-542 pada Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II didapatkan dari beberapa pengujian tanah, diantaranya pengujian bor dalam, geolistrik, geoseismik, mikrotremor, dan uji lab XRD. Secara umum jenis lapisan tanah di lokasi perencanaan berupa tanah lempung. Berdasarkan hasil geolistrik, tanah lempung di lokasi ini didominasi oleh tanah yang memiliki tingkat korosi tinggi dan sangat tinggi. Analisa HSVR pada pengujian mikrotremor menunjukkan tanah bersifat elastoplastis yang menandakan tingkat kerentanan tanahnya relatif stabil kecuali T536. T536 memiliki resiko terjadi crack dan penurunan yang besar dibanding titik lain. Sedangkan untuk hasil analisa kembang susut tanah, didapatkan bahwa sifat ekspansif tanah di seluruh lokasi tower rencana adalah tinggi.

Untuk perencanaan pondasi tower transmisi ini bergantung pada tipe tower dan data pengujian tanah. Tipe tower akan mempengaruhi beban pada masing-masing pondasi. Seluruh tower rencana menggunakan tipe AA kecuali T542 yang menggunakan tipe CC. Untuk tipe tower AA di T534 direncanakan pondasi diameter 50 cm dengan kedalaman 2,2 meter. Tower tipe AA di T536 direncanakan pondasi diameter 80 cm dengan kedalaman 3,2 meter. Tipe tower AA di T540 direncanakan pondasi diameter 80 cm dengan kedalaman 4,8 meter. Sedangkan untuk tipe tower CC di T542 direncanakan pondasi diameter 80 cm dengan kedalaman 6,80 meter. Seluruh

titik tower memiliki stabilitas tanah yang cukup stabil. Stabilitas ini ditunjukkan dari hasil pemodelan stabilitas tanah yang menunjukkan angka keamanan lebih dari 1,5 dan pergerakan horizontal yang masih memenuhi syarat.

Kata Kunci: geolistrik, kembang susut, kerentanan tanah, mikrotremor, pondasi, stabilitas, tower transmisi, XRD.



**FOUNDATION DESIGN AND SOIL STABILITY
ANALYSIS ON T.534-536 AND T.540-542 500 KV
OVERHEAD TRANSMISSION ROUTE UNGARAN-
MANDIRANCAN II**

Student's Name : Annisa Rizqi Derlandia
NRP : 3112100002
Department : Teknik Sipil FTSP-ITS
Supervisor I : Dr. Ir. Ria Asih A. Soemitro, M.Eng
Supervisor II : Dr. Dwa Desa Warnana, S.Si, M.Si

Abstract

As the producer in electrical sector, PT PLN (Perusahaan Listrik Negara) develops the overhead transmission network to improve Indonesian electrical system. Electrical need that have been increase every year shows that PT PLN should add the electric capacity. According to electric need, PT PLN has planned a new overhead transmission network route in various region in Indonesia. Among those network route, one of them that being developed is overhead transmission route 500 kV Ungaran-Mandirancan II. This route that started from Ungaran, Kabupaten Semarang to Mandirancan, Kabupaten Kuningan is part of electrical planning for 2010-2019.

There are some sliding cases on tower built before. Because of that, those tower need to be repaired, not only the tower structures but also the foundation. Beside of that, some towers in 500 kV is in critical soil condition. Those towers are in the area which has mid-degree soil susceptibility, also has the characteristhic of clay-shale soil. According to that condition, it is so important to design the tower foundation. To design the foundation properly, soil investigation is needed to get the

parameter for foundation design, especially on T.534-536 and T.540-542.

Soil characteristics in T.534-536 and T.540-542 can be determined by soil investigation such as deep boring, geoelectric, seismic, microtremor, and laboratorium investigation of XRD. Overall, the investigation shows that soil in investigation areas is clay. Based on geoelectric investigation, clay soil in those area is dominated by soil with high-very high corosive degree. HSVR analysis based on microtremor investigation shows that those soils are elastoplastis. It means, the soil susceptibility is generally stable except T536, which has more probability on crack and settlement than T534, T542, and T542 in comparison. Then another soil investigation shows that those soils are quite expansive.

Foundation design for transmittion tower is based on the tower type and soil investigation. All tower use type AA tower, except fot T542 use type CC tower. For type AA tower on T534, is designed by bored pile with 50 cm in diameter and 2,2 meters in depth. For type AA tower on T536, is designed by bored pile with 80 cm in diameter and 3,2 meters in depth. For type AA tower on T540, is designed by bored pile with 80 cm in diameter and 4,8 meters in depth. Meanwhile for CC tower type, is designed by bored pile with 80 cm in diameter and 6,8 meters in depth. All area of the tower plan have stable soil stability that showed by result of stability analysis with safety factor more than 1,5.

Keywords: transmittion tower, geoelectric, microtremor, XRD, soil susceptibility, expansive soil, foundation, soil stability.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Pondasi dan Analisa Stabilitas Tanah pada Rencana T.534-536 dan T.540-542 Jalur Transmisi 500 kV Ungaran-Mandirancan II”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil FTSP-ITS.

Saya ucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Ria Asih A. Soemitro, M.Eng dan Dr. Dwa Desa Warnana selaku dosen pembimbing, yang telah membimbing saya dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Tim Litbang PLN (Research Institute) yang telah membantu saya dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Orang tua dan seluruh keluarga yang tidak henti memberikan dorongan dan semangat untuk kelancaran tugas akhir ini.
4. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2012 yang telah mendukung saya dalam penulisan tugas akhir ini.

Dalam Tugas Akhir ini, saya menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penyusunannya. Maka kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan untuk kebaikan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, penulis dan semua pihak yang terkait.

Surabaya, Januari 2016

Penyusun



DAFTAR ISI

Lembar pengesahan	
Abstrak	i
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Perencanaan	7
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Perencanaan	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Parameter Tanah	9
2.2 Peta Topografi	10
2.3 Kerentanan Tanah	10
2.4 Gempa	12
2.5 Jenis Tanah Clay Shale	14
2.6 Pengujian Geofisika	14
2.6.1 Geolistrik	14
2.6.2 Geoseismik	16
2.6.3 Mikrotremor	17

2.6.4	Uji XRD	18
2.7	Desain Tower yang Digunakan.....	19
2.8	Analisa pembebanan	21
2.9	Perencanaan Pondasi.....	23
2.9.1	Jenis-Jenis Pondasi.....	23
2.9.2	Daya dukung tanah pada pondasi dangkal	24
2.9.3	Daya dukung pondasi dalam menggunakan data SPT.....	26
2.9.4	Daya dukung pondasi dalam menggunakan data Sondir.....	26
2.10	Stabilitas Lereng	27
2.10.1	Jenis-Jenis Lereng.....	27
2.10.2	Penyebab Kelongsoran pada Lereng.....	28
2.10.3	Konsep Analisa Stabilitas Lereng.....	28
BAB III METODOLOGI		
3.1	Umum	33
3.2	Bagan Alir.....	33
3.3	Studi Literatur	34
3.4	Pengumpulan dan Analisa Data	35
3.4.1	Data primer	35
3.4.2	Data sekunder.....	35
3.5	Analisa Karakteristik Tanah	36
3.6	Perencanaan Pondasi.....	36
3.7	Analisa Stabilitas Tanah	36

3.8 Perkuatan Tanah	36
---------------------------	----

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data Pengujian Tanah.....	37
4.1.1. Pengujian tanah tower 534.....	39
4.1.2. Pengujian tanah tower 5361.....	45
4.1.3. Pengujian tanah tower 540.....	49
4.1.4. Pengujian tanah tower 542.....	52
4.2. Analisa Karakteristik Tanah	56
4.2.1. Analisa Kerentanan Tanah.....	56
4.2.2. Analisa Kembang Susut Tanah.....	61
4.2.2.1. Uji klasifikasi teknik	62
4.2.2.2. Uji batas konsistensi	64
4.2.2.3. Uji mineralogi (XRD).....	65
4.2.3. Hasil Analisa Karakteristik Tanah Secara Umum	67
4.3. Data Tower Transmisi	68
4.4. Beban Pondasi Tower.....	70
4.5. Perhitungan Pondasi	76
4.6.1. Perhitungan Pondasi di T534	77
4.6.2. Perhitungan Pondasi di T536.....	81
4.6.3. Perhitungan Pondasi di T540.....	89
4.6.4. Perhitungan Pondasi di T542.....	92
4.6. Analisa Stabilitas Tanah	100

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

3.1. Kesimpulan.....	105
----------------------	-----

3.2. Saran	106
------------------	-----

Daftar Pustaka.....	109
---------------------	-----

Lampiran 1 Hasil Pengujian Sondir

Lampiran 2 Hasil Pengujian Geolistrik

Lampiran 3 Hasil Pengujian Bor dan SPT

Lampiran 4 Hasil Pengujian XRD

Lampiran 5 Data Teknis Tower

Lampiran 6 Perhitungan Daya Dukung Pondasi berdasarkan Sondir

Lampiran 7 Perhitungan Daya Dukung Pondasi berdasarkan SPT

Lampiran 8 Dokumentasi Pengambilan Data Primer

Biodata Penulis

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II 500 kV	1
Gambar 1.2	Peta Kabupaten Cirebon.....	3
Gambar 1.3	Peta Kerentanan Tanah pada Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II	4
Gambar 1.4	Peta Kawasan Rawan Gempa di sekitar Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II	4
Gambar 1.5	Lokasi Rencana T.534-536 dan T.540-542 (SUTET 500 kV) Jalur Ungaran-Mandirancan II	5
Gambar 2.1	Tipe tower “AA”	20
Gambar 2.2	Tipe tower „BB-CC”	20
Gambar 2.3	Zona Keruntuhan Pada Tanah (Terzaghi dan Peck,1964).....	25
Gambar 2.4	Pemodelan Lereng Tinggi Tak Terbatas Dengan Rembesan Air.....	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	34
Gambar 4.1	Lokasi Pengujian Tanah Tower 534.....	37
Gambar 4.2	Lokasi Pengujian Tanah Tower 536.....	38
Gambar 4.3	Lokasi Pengujian Tanah Tower 540.....	38
Gambar 4.4	Lokasi Pengujian Tanah Tower 542.....	39
Gambar 4.5	Grafik Output Analisa Geolistrik	41

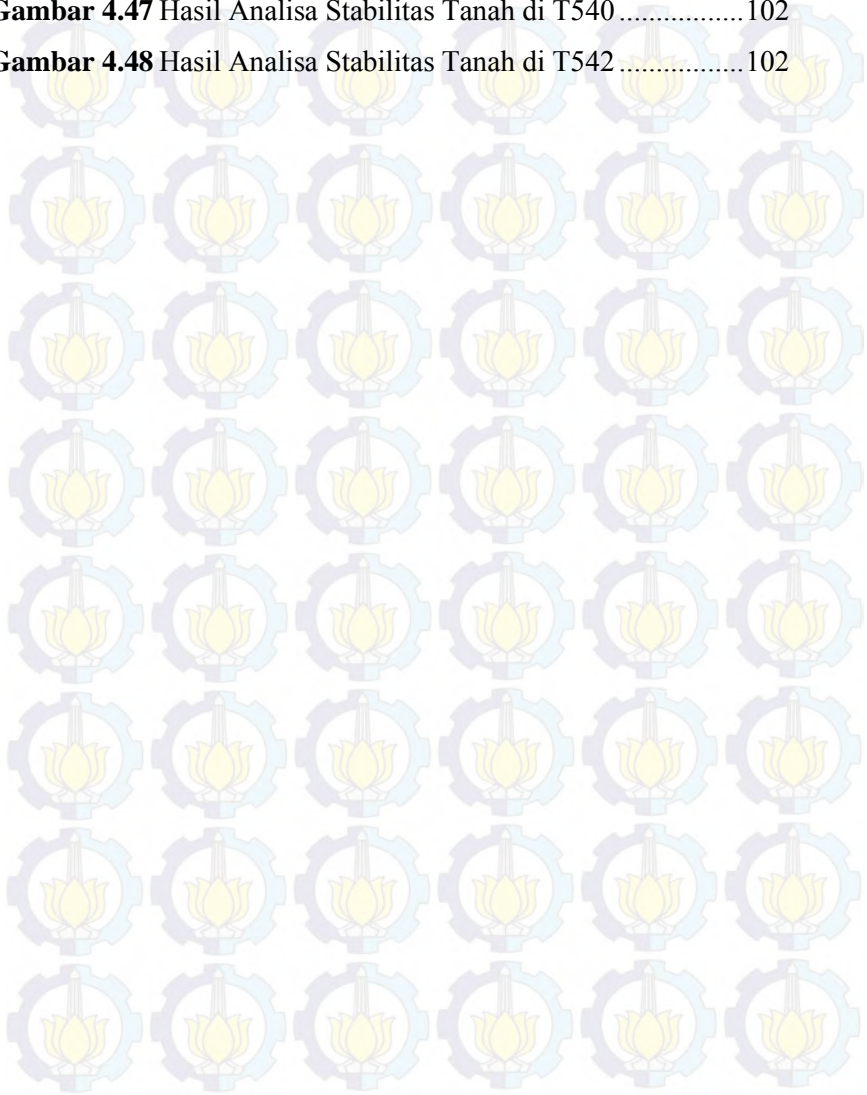
Gambar 4.6	Perbandingan hasil harga resistivitas pada titik geolistrik (GL) T534.....	42
Gambar 4.7	Grafik Seismik <i>Line-1</i> T534.....	42
Gambar 4.8	Grafik Seismik <i>Line-2</i> T534.....	43
Gambar 4.9	Gabungan hasil seismik dan geolistrik	43
Gambar 4.10	Perbandingan hasil harga resistivitas pada titik geolistrik (GL) T536.....	46
Gambar 4.11	Grafik Seismik <i>Line-1</i> T536.....	46
Gambar 4.12	Grafik Seismik <i>Line-2</i> T536.....	47
Gambar 4.13	Gabungan seismik, geolistrik, dan bor	48
Gambar 4.14	Perbandingan hasil harga resistivitas pada titik geolistrik (GL) T540.....	49
Gambar 4.15	Grafik Seismik <i>Line-1</i> T540.....	50
Gambar 4.16	Grafik Seismik <i>Line-2</i> T540.....	50
Gambar 4.17	Gabungan seismik dan geolistrik.....	51
Gambar 4.18	Perbandingan hasil harga resistivitas pada titik geolistrik (GL) T542.....	52
Gambar 4.19	Grafik Seismik <i>Line-1</i> T542.....	53
Gambar 4.20	Grafik Seismik <i>Line-2</i> T542.....	53
Gambar 4.21	Gabungan seismik, geolistrik, dan bor	54
Gambar 4.22	Hasil pengukuran Mikrotremor di T534.....	57
Gambar 4.23	Hasil pengolahan data Mikrotremor (HVSRR) T534.....	57
Gambar 4.24	Hasil pengukuran Mikrotremor di T536.....	58

Gambar 4.25 Hasil pengolahan data Mikrotremor (HVSR)	
T534	58
Gambar 4.26 Hasil pengukuran Mikrotremor di T540	58
Gambar 4.27 Hasil pengolahan data Mikrotremor (HVSR)	
T534	59
Gambar 4.28 Hasil pengukuran Mikrotremor di T542	59
Gambar 4.29 Hasil pengolahan data Mikrotremor (HVSR)	
T534	60
Gambar 4.30 Hasil Uji XRD T540	66
Gambar 4.31 Hasil Uji XRD T542	66
Gambar 4.32 Dimensi Tower Tipe AA.....	69
Gambar 4.33 Dimensi Tower Tipe CC	69
Gambar 4.34 Weight Span dan Wind Span	72
Gambar 4.35 Hasil Analisa Tulangan untu <i>Pile</i> di T534.....	80
Gambar 4.36 Pondasi Dalam di T534.....	81
Gambar 4.37 Dimensi Pondasi Setapak pada T536.....	84
Gambar 4.38 Hasil Analisa Tulangan untu <i>Pile</i> di T536.....	88
Gambar 4.39 Pondasi Dalam di T536.....	88
Gambar 4.40 Hasil Analisa Tulangan untu <i>Pile</i> di T540.....	91
Gambar 4.41 Pondasi Dalam di T540.....	92
Gambar 4.42 Dimensi Pondasi Setapak pada T542.....	95
Gambar 4.43 Hasil Analisa Tulangan untu <i>Pile</i> di T542.....	99
Gambar 4.44 Pondasi Dalam di T542.....	100
Gambar 4.45 Hasil Analisa Stabilitas Tanah di T534.....	101

Gambar 4.46 Hasil Analisa Stabilitas Tanah di T536 101

Gambar 4.47 Hasil Analisa Stabilitas Tanah di T540 102

Gambar 4.48 Hasil Analisa Stabilitas Tanah di T542 102



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Resistivitas Dibanding dengan Jenis Batuan	15
Tabel 2.2	Resistivitas tanah dan Pendugaan sifat korosi.....	16
Tabel 2.3	Jenis Tower	19
Tabel 2.4	Asumsi Beban pada Pondasi Tower.....	23
Tabel 4.1	Input Data Analisa Geolistrik.....	40
Tabel 4.2	Nilai ρ pada GL-01 T534	41
Tabel 4.3	Nilai Resistivitas Dibanding Dengan Jenis Tanah	44
Tabel 4.4	Resistivitas tanah dan Pendugaan sifat korosi.....	45
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Bor	47
Tabel 4.6	Parameter Tanah Hasil Pengujian Laboratorium	47
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Bor	54
Tabel 4.8	Parameter Tanah Hasil Pengujian Laboratorium	54
Tabel 4.9	Hasil HVSr serta perhitungan Shear strain dan pergeseran horisontal.....	60
Tabel 4.10	Hubungan nilai <i>shear strain</i> dengan sifat dinamis tanah	61
Tabel 4.11	Klasifikasi tanah ekspansif berdasarkan batas susut menurut Altmeyer (1955).....	62
Tabel 4.12	Klasifikasi Teknik berdasarkan Aktivitas	63
Tabel 4.13	Klasifikasi Teknik berdasarkan Batas Susut	63
Tabel 4.14	Kriteria tanah ekspansif berdasarkan PI dan menurut Raman (1967).....	64

Tabel 4.15	Klasifikasi Potensial Pengembangan menurut Snethen et.al (1977).....	64
Tabel 4.16	Kriteria Pengembangan berdasarkan PI menurut Chen (1988).....	64
Tabel 4.17	Klasifikasi Pengembangan berdasarkan Raman (1967), Snethen et.al (1977) dan Chen (1988)	65
Tabel 4.18	Komposisi Mineral pada Sampel Tanah.....	67
Tabel 4.19	Tipe Tower	70
Tabel 4.20	Beban yang Bekerja pada Masing-Masing Pondasi ...	71
Tabel 4.21	Panjang Weight span dan Wind Span.....	72
Tabel 4.22	Panjang Muai Penghantar.....	73
Tabel 4.23	Gaya Tarik Penghantar	73
Tabel 4.24	Gaya Penghantar akibat Angin	74
Tabel 4.25	Luas Permukaan pada Tower 500kV.....	74
Tabel 4.26	Beban Angin pada Tower 500kV	75
Tabel 4.27	Daya Dukung T534 Berdasarkan Data Sondir	77
Tabel 4.28	Kedalaman yang Diperlukan untuk Menerima Beban Lateral pada Pondasi di T534	78
Tabel 4.29	Daya Dukung T536 Berdasarkan Data SPT	84
Tabel 4.30	Daya Dukung T536 Berdasarkan Data Sondir	85
Tabel 4.31	Kedalaman yang Diperlukan untuk Menerima Beban Lateral pada Pondasi di T536	85
Tabel 4.32	Daya Dukung T540 Berdasarkan Data Sondir	89

Tabel 4.33 Kedalaman yang Diperlukan untuk Menerima Beban

Lateral pada Pondasi di T540 89

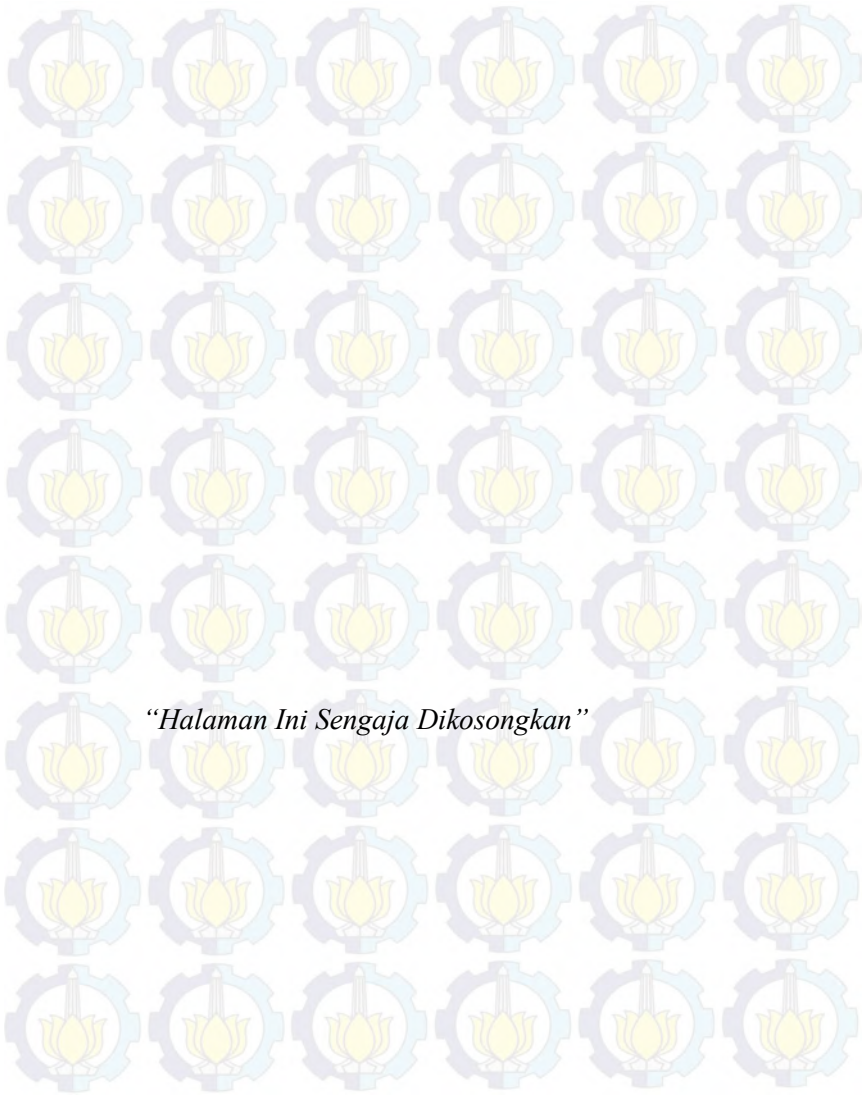
Tabel 4.34 Daya Dukung T542 Berdasarkan Data SPT 96

Tabel 4.35 Daya Dukung T542 Berdasarkan Data Sondir 96

Tabel 4.36 Kedalaman yang Diperlukan untuk Menerima Beban

Lateral pada Pondasi di T542 97

Tabel 4.37 Pergerakan Horizontal Pondasi 103



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai pemasok listrik utama, PT PLN terus mengembangkan jaringan transmisi sebagai bentuk pengembangan sistem kelistrikan di Indonesia. Kebutuhan listrik yang meningkat menyebabkan perlunya penambahan kapasitas listrik oleh PT PLN. Dengan adanya kebutuhan listrik tersebut, PT PLN telah merencanakan jalur-jalur transmisi *overhead line* baru di berbagai daerah di Indonesia. Diantara jalur-jalur transmisi yang direncanakan, salah satu jalur yang sedang dikembangkan adalah Jalur Transmisi (SUTET 500 kV) Jalur Ungaran-Mandirancan II. Jalur ini dimulai dari Ungaran, Kabupaten Semarang hingga Mandirancan, Kabupaten Kuningan. Pengembangan jaringan transmisi tersebut merupakan wujud dari pengembangan kelistrikan jangka panjang 2010-2019. Dari Gambar 1.1 dapat dilihat lokasi jalur rencana transmisi 500 kV PT PLN yang membentang dari Jawa Tengah hingga Jawa Barat.

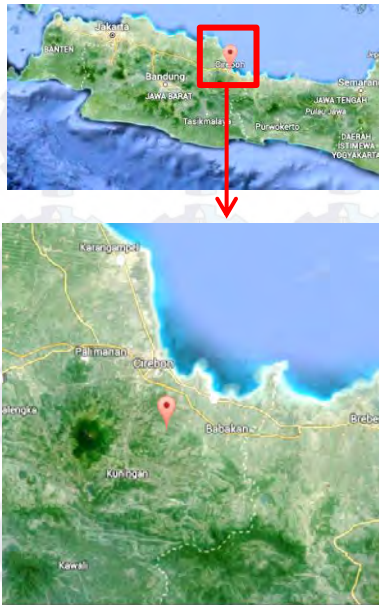


Gambar 1.1 Peta Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II
500 kV

(sumber: Route Map 500 kV *Overhead Line* Ungaran-Mandirancan, PT PLN)

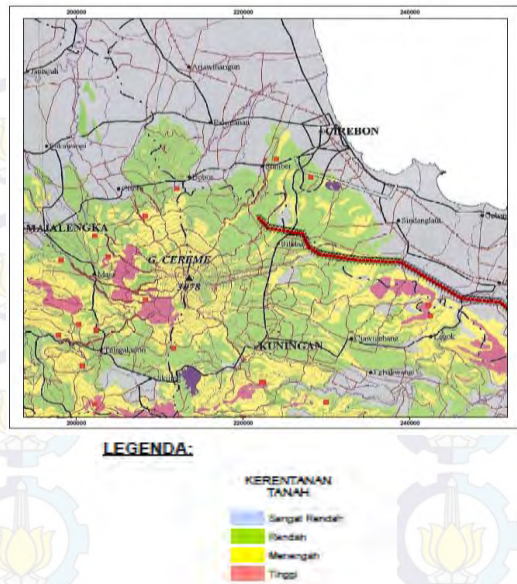
Berdasarkan kondisi dari jalur transmisi yang sudah dibangun, ada beberapa kasus yang terjadi pada tower yang sudah berdiri salah satunya adalah sliding pada salah satu kaki tower. Sliding ini dapat disebabkan oleh tidak sesuainya perencanaan pondasi tower atau tidak stabilnya tanah penopang pondasi di lokasi tersebut. Bergesernya salah satu kaki tower ini mengganggu struktur tower secara keseluruhan. Akibatnya beberapa tower dilaporkan rusak dan perlu diadakan perbaikan tidak hanya pada pondasinya namun juga struktur towernya. Perbaikan dan perkuatan ini tentunya dirasa tidak efisien karena memerlukan perencanaan ulang untuk tower-tower yang mengalami kerusakan.

Selain kasus sliding yang terjadi di kaki tower, pada perencanaan Jalur Transmisi 500 kV Ungaran-Mandirancan II ini terdapat titik-titik tower dengan kondisi tanah yang perlu diperhatikan diantara kondisi tanah di titik tower lainnya. Berdasarkan Kajian Pemetaan Geologi Dan Kerentanan Sebagai Dasar Informasi/ Perencanaan Pondasi Tower Transmisi (Sutet 500 Kv) Jalur Ungaran – Mandirancan II yang dilakukan LPPM ITS dan PT PLN, diidentifikasi beberapa lokasi titik tower rencana memiliki kerentanan tanah menengah, tingkat kerawanan gempa tinggi, dan sebagian berada di daerah dengan jenis tanah clay shale. Lokasi Titik-titik tower tersebut berada di Kecamatan Sedong, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Kabupaten Cirebon adalah kabupaten yang berbatasan dengan Kota Cirebon dan Laut Jawa di utara, Kabupaten Indramayu di sebelah barat, Kabupaten Kuningan di selatan, dan berbatasan dengan Kabupaten Brebes di bagian timur. Kabupaten yang terletak di bagian timur Jawa Barat berbatasan dengan Jawa Tengah ini berwujud dataran rendah di bagian utara. Sedangkan di bagian barat daya merupakan dataran tinggi karena merupakan lereng Gunung Ciremai seperti ditunjukkan pada Gambar 1.2.

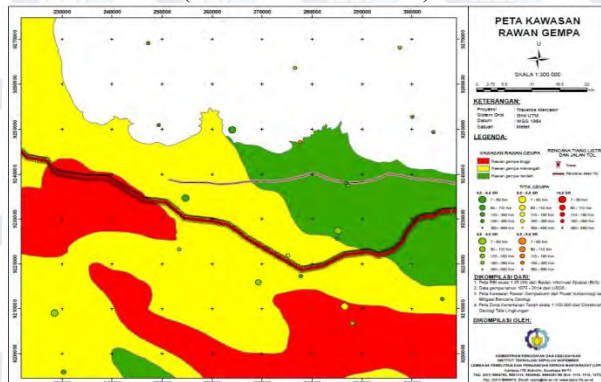


Gambar 1.2 Peta Kabupaten Cirebon
(sumber: googlemaps)

Status kerentanan tanah sekitar tower rencana di Kabupaten Cirebon dapat dilihat pada Gambar 1.3. Titik rencana tower pada Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II pada umumnya berada di daerah dengan status kerentanan rendah. Namun ada beberapa titik yang termasuk ke dalam zona kerentanan tanah menengah yang ditandai dengan area berwarna kuning. Sedangkan untuk peta kegempaan ditunjukkan pada Gambar 1.4. Sebagian tower rencana berada di zona merah yang merupakan zona rawan gempa tinggi.

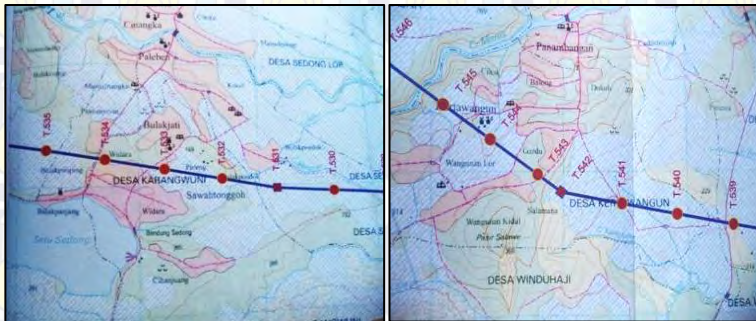


Gambar 1.3 Peta Kerentanan Tanah pada Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II (sumber: LPPM-ITS)



Gambar 1.4 Peta Kawasan Rawan Gempa di Sekitar Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II (sumber: LPPM-ITS)

Dengan kondisi-kondisi tersebut tentu diperlukan perencanaan pondasi yang mendalam agar tidak terjadi kerusakan pada tower rencana pada Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II. Untuk menghindari hal-hal tersebut, maka dilakukan penyelidikan tanah pada titik-titik tertentu yang sudah dipertimbangkan kerentanan tanah, kegempaan, dan jenis tanahnya. Lokasi titik rencana tower yang dianggap memiliki kondisi tanah paling kritis berdasarkan penyelidikan yang dilakukan sebelumnya oleh PT. PLN adalah T.534-536 dan T.540-542 di Kecamatan Sedong, Kabupaten Cirebon yang ditunjukkan pada Gambar 1.5.



(a) (b)
Gambar 1.5 Lokasi Rencana T.534-536 dan T.540-542
 (SUTET 500 kV) Jalur Ungaran-Mandirancan II
 (sumber: Route Map 500 kV *Overhead Line* Ungaran-
 Mandirancan, PT PLN)

Untuk menunjang perencanaan pondasi yang efektif dan efisien maka penyelidikan tanah yang perlu dilakukan adalah pekerjaan pemboran inti, uji SPT (Standard Penetrating Test) dan pekerjaan sondir. Penyelidikan tanah tersebut bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter tanah yang diperlukan dalam perhitungan perencanaan pondasi dan kestabilan tanah. Penyelidikan sondir bertujuan untuk mengetahui hambatan lekat tanah yang menunjukkan kekuatan daya dukung lapisan tanah.

Penyelidikan standart penetration test (SPT) bertujuan untuk mendapatkan gambaran lapisan tanah berdasarkan jenis dan warna tanah melalui pengamatan secara visual dan karakteristik tanah. Selain itu juga diperlukan pengujian geofisika untuk menunjang perencanaan pondasi pada tower tersebut yaitu geolistrik, geoseismik, dan mikrotremor. Pengujian geofisika tersebut akan menunjukkan bagaimana jenis dan sifat tanah di lokasi T534-536 dan T540-542. Sedangkan untuk mengetahui mineral yang dikandung di tanah pada lokasi tower maka perlu dilakukan uji laboratorium XRD.

Dari hasil penyelidikan tanah pada lokasi T.534-536 dan T.540-542 tersebut kemudian direncanakan jenis dan dimensi pondasi yang digunakan pada Tower 500 kV sehingga diperoleh konstruksi yang mudah dilaksanakan, kuat, dan ekonomis. Selain perencanaan pondasi, analisa kestabilan tanah di sekitar tower juga harus dilakukan untuk menghindari adanya kelongsoran atau pergerakan pada lokasi tower.

Apabila perencanaan pondasi pada titik-titik rencana tower dengan kondisi di atas tidak dilakukan, maka sliding yang pernah terjadi pada tower di jalur transmisi yang sudah dibangun dapat terulang. Tanpa adanya desain pondasi yang didesain dengan benar maka tanah di dasar pondasi yang dibangun belum tentu dapat menahan beban akibat tower. Selain itu penyelidikan tanah yang bermacam-macam tersebut ditujukan untuk menentukan jenis tanah juga perlu dilakukan untuk memastikan sifat tanah di lokasi tersebut. Sehingga adanya kegagalan struktur akibat sifat khusus tanah di lokasi tower tidak terjadi. Gempa atau getaran lain yang mengenai tanah di sekitar pondasi juga dapat dengan mudah merusak struktur di atasnya apabila tidak mendesain pondasi secara mendalam.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik tanah di lokasi T.534-536 dan T.540-542 pada Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II?
2. Bagaimana perencanaan jenis dan dimensi pondasi tower yang efektif dan efisien untuk tower transmisi 500 kV?
3. Bagaimana stabilitas tanah di T.534-536 dan T.540-542 Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II setelah adanya beban tower?
4. Apabila di dalam analisa stabilitas tanah menunjukkan angka keamanan kurang dari yang direncanakan, bagaimana perencanaan perkuatan tanah yang diperlukan?

1.3 Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam perencanaan ini adalah menentukan karakteristik tanah di Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan 500 kV yang kemudian direncanakan pondasi yang sesuai untuk tower transmisi serta menganalisa kestabilan tanah di jalur transmisi tersebut.

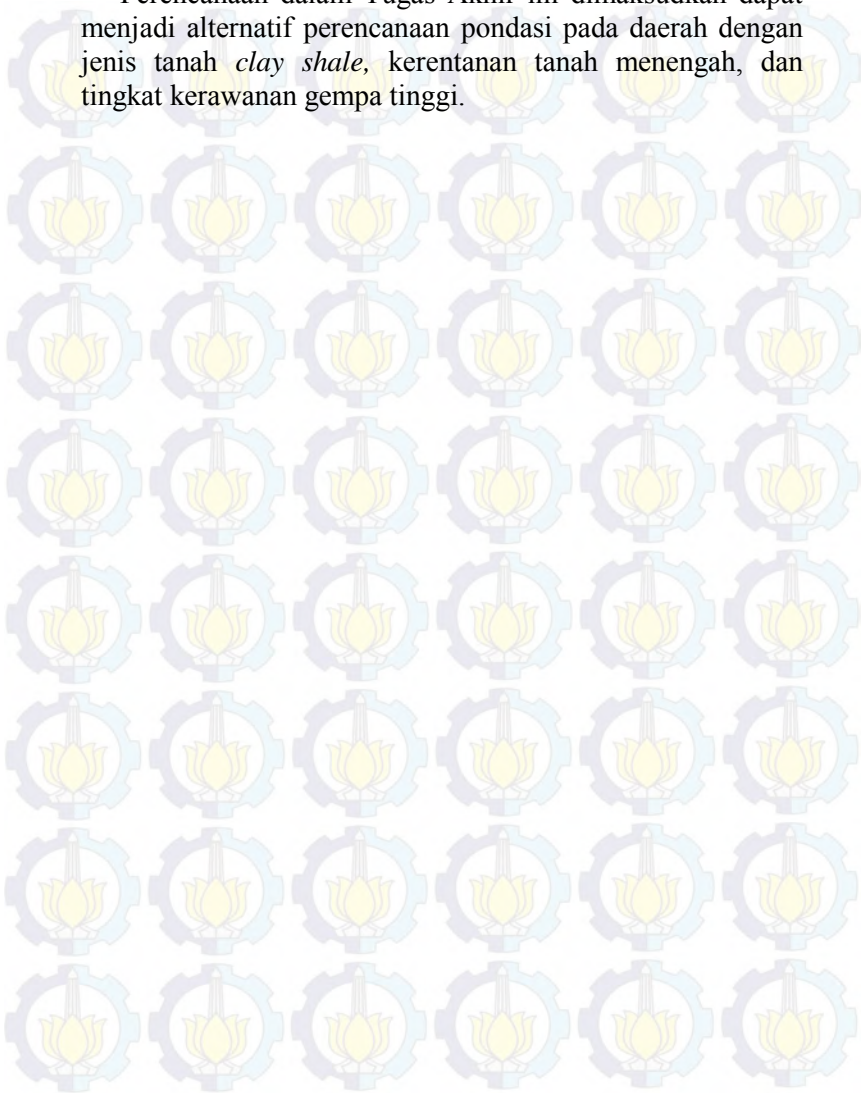
1.4 Batasan Masalah

Agar perencanaan dan analisa pada tugas akhir ini lebih terarah dan sesuai dengan jalur pembahasannya, maka perlu batasan permasalahan berikut ini:

1. Jumlah sampel penyelidikan tanah disesuaikan dengan jumlah pengujian tanah yang dilakukan PT PLN.
2. Analisa kestabilan tanah dilakukan dengan pemodelan dan program bantu.
3. Data yang tidak diketahui diasumsikan dengan kaidah ketekniksipilan yang berlaku.

1.5 Manfaat Perencanaan

Perencanaan dalam Tugas Akhir ini dimaksudkan dapat menjadi alternatif perencanaan pondasi pada daerah dengan jenis tanah *clay shale*, kerentanan tanah menengah, dan tingkat kerawanan gempa tinggi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Parameter Tanah

Dari pengujian tanah berupa pemboran inti dapat diketahui parameter-parameter tanah dengan cara sebagai berikut:

a. Indeks Konsistensi

Parameter utama yang digunakan untuk mengetahui karakteristik tanah adalah Indeks Plastisitas (Plasticity Index). Pengujian yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah:

- a. Kadar air (*water content*, w_c), digunakan standar uji ASTM D 2216-71
- b. Batas cair (*liquid limit*, w_L), digunakan standar uji ASTM D 423-66
- c. Batas plastis (*plastic limit*, p_L), digunakan standar uji ASTM D 424-74
- d. Batas susut (*shrinkage limit*, s_L), digunakan standar uji ASTM D 427-74

Secara empiris, nilai indeks plastisitas merupakan selisih antara batas cair dan batas plastis ($IP = LL - PL$). Batas cair, batas plastis, batas susut, dan indeks plastisitas biasanya lebih dikenal dengan batas-batas Atterberg (Atterberg Limits).

b. Distribusi Ukuran Butiran dan Analisa Hidrometer

Distribusi ukuran butiran tanah (analisa ayakan) dilakukan dengan menggunakan standar uji ASTM D 422-63 dan analisa hidrometer menggunakan standar uji ASTM D 1140-54. Kedua pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan gradasi butiran terutama fraksi pasir, lanau, dan lempung (fraksi $\leq 0,002$ mm).

c. Pengujian Berat Spesifik

Pemeriksaan berat spesifik (*specific gravity*) dilakukan dengan menggunakan standar uji ASTM D 854-72. Nilai berat spesifik (G_s) yang diperoleh akan membantu dalam mengklasifikasikan jenis tanah yang diuji.

d. Pengujian Kuat Geser Tanah

Untuk memperoleh sifat-sifat mekanik tanah berupa kekuatan (strength) tanah dilakukan pengujian di laboratorium dengan menggunakan alat Uji Geser Langsung (Direct Shear Test). Uji Geser Langsung (Direct Shear Test) dilakukan dengan menggunakan standar uji ASTM D 3080-72, dengan menggunakan metode regangan terkendali.

2.2 Peta Topografi

Peta topografi memetakan tempat-tempat dipermukaan bumi yang berketinggian sama dari permukaan laut menjadi bentuk garis-garis kontur. Peta topografi mengacu pada semua ciri-ciri permukaan bumi yang dapat diidentifikasi dan dapat ditentukan pada posisi tertentu. Peta topografi dapat juga diartikan sebagai peta yang menggambarkan kenampakan alam (asli) dan kenampakan buatan manusia, diperlihatkan pada posisi yang sesungguhnya. Selain itu peta topografi dapat diartikan peta yang menyajikan informasi spasial dari unsur-unsur pada muka bumi dan dibawah bumi meliputi, batas administrasi, vegetasi dan unsur-unsur buatan manusia.

Peta topografi menunjukkan bentuk-bentuk muka bumi diantaranya

- Lereng
- Lembah
- Bukit
- Pegunungan
- Dataran

2.3 Kerentanan Tanah

Potensi kerentanan gerakan tanah menggambarkan kecenderungan suatu lereng alam untuk terkena gerakan tanah. Dalam menentukan potensi kerentanan gerakan tanah di daerah penyelidikan digunakan data hasil pengamatan lapangan meliputi: struktur, jenis batuan, geomorfologi, topografi, kemiringan lereng, geohidrologi, tata guna lahan dan curah hujan serta hasil

analisis kemantapan lereng dengan menghitung faktor keamanan pada masing-masing tanah pelapukan batuan. Selain itu data kejadian tanah longsor serta adanya longsor lama dan peta Zonasi Kerentanan Tanah regional, juga merupakan parameter dalam menentukan tingkat kerawanan terhadap tanah longsor. Evaluasi Kerentanan Gerakan Tanah dilakukan untuk mengetahui:

- Kestabilan lereng, antara lain dengan analisa kemantapan lereng untuk menentukan tingkat potensi kerentanan gerakan tanah. Analisa kemantapan lereng ini tidak lepas dari sifat mekanis tanah, kelerengan dan muka air tanah juga tergantung pada jenis gerakan tanah yang terjadi atau diperkirakan akan terjadi.
- Lokasi/zona yang berpotensi tinggi mengalami gerakan tanah sehingga dapat diantisipasi upaya penanggulangan secepat mungkin sebelum terjadi bencana gerakan tanah.
- Kemungkinan dampak longsor terhadap lingkungan sekitar berupa pemukiman serta sarana-prasarana yang ada di daerah itu sehingga dapat diantisipasi sedini mungkin agar tidak menimbulkan korban jiwa dan kerugian harta benda bila terjadi bencana gerakan tanah.

Peta kerentanan tanah menggambarkan suatu keadaan dimana pada wilayah tersebut memungkinkan terjadinya pergerakan tanah baik dalam skala rendah, menengah dan tinggi serta wilayah yang relatif mantap (pergerakan tanah skala sangat rendah).

- Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah: Daerah yang mempunyai tingkat kerentanan sangat rendah untuk terjadi gerakan tanah. Pada zona ini sangat jarang atau tidak pernah terjadi pergerakan tanah, baik gerakan tanah lama atau gerakan tanah baru. Zona ini merupakan daerah datar hingga landai menggelombang.
- Zona kerentanan gerakan tanah rendah: Daerah yang mempunyai tingkat kerentanan rendah untuk terjadi

gerakan tanah. Pada zona ini jarang terjadi pergerakan tanah jika tidak mengalami gangguan pada lerengnya, dan jika terdapat gerakan tanah lama lereng telah menjadi mantab kembali. Kisaran kemiringan lereng mulai dari landai (5-15%) hingga terjal (50-70%), tergantung pada kondisi sifat fisik batuan dan tanah pembentuk lereng.

- Zona kerentanan gerakan tanah menengah: Daerah yang mempunyai tingkat kerentanan menengah untuk menjadi gerakan tanah. Gerakan tanah dapat terjadi pada zona ini, terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, tebing jalan atau jika lereng mengalami gangguan. Gerakan tanah lama dapat aktif kembali akibat curah hujan yang tinggi. Kisaran kemiringan lereng pada umumnya mulai dari agak terjal (15-30%) sampai sangat terjal atau curam (lebih besar dari 70%), yang bergantung pada sifat fisik batuan dan tanah sebagai material pembentuk lereng. Umumnya lereng mempunyai vegetasi penutup kurang.
- Zona kerentanan Gerakan tanah Tinggi: Daerah yang mempunyai tingkat kerentanan tinggi untuk menjadi gerakan tanah. Pada zona ini sering terjadi gerakan tanah, sedangkan gerakan tanah lama dan gerakan tanah baru masih aktif akibat curah hujan yang tinggi dan erosi kuat. Kisaran kemiringan lereng pada umumnya mulai dari agak terjal (15-30%) sampai sangat terjal atau curam (lebih besar dari 70%), yang bergantung pada sifat fisik batuan dan tanah sebagai material pembentuk lereng. Umumnya lereng mempunyai vegetasi penutup kurang.

2.4 Gempa

Gempa bumi dapat disebabkan oleh gerakan antar lempeng, aktifitas gunung api, runtuh batuan dan ledakan. Gempa bumi dapat terjadi dimanapun namun para peneliti kegempaan berkesimpulan bahwa 95% gempa bumi terjadi sekitar batas lempeng. Di Indonesia, pada umumnya gempa terjadi karena

pergerakan maupun pergeseran antar lempeng. Beberapa sesar aktif yang terkenal di Indonesia adalah sesar Sumatra, sesar Palu-Koro di Sulawesi, sesar naik Flores, dan sesar geser Sorong. Kawasan rawan bencana gempabumi dibagi menjadi 4 zona, yaitu: zona rawan gempa bumi tinggi, menengah, rendah dan sangat rendah. Definisi masing-masing zona adalah sebagai berikut:

- Zona rawan bencana gempa bumi tinggi: Kawasan yang berpotensi terlanda guncangan gempa bumi dengan intensitas lebih dari VIII MMI (Modified Mercalli Intensity). Kawasan ini berpotensi terjadi retakan tanah, pelulukan, longsor pada tebing terjal dan pergeseran tanah. Percepatan gempabumi lebih besar daripada 0.34 g. Berdasarkan batuan, daerah ini tersusun oleh alluvium, endapan gunung api dan batuan yang telah terlapukkan secara kuat.
- Zona rawan bencana gempa bumi menengah: Kawasan yang berpotensi terlanda guncangan gempa bumi dengan intensitas antara V - VIII MMI (Modified Mercalli Intensity). Pada kawasan ini masih berpotensi terjadi retakan tanah, longsor pada tebing terjal dalam skala terbatas. Percepatan gempabumi antara 0.20 - 0.34 g. Berdasarkan batuan, daerah ini disusun oleh batuan sedimen berumur tersier yang telah lapuk, batuan sedimen berumur quarter, endapan permukaan dan endapan gunung api.
- Zona rawan bencana gempa bumi rendah: Kawasan yang berpotensi terlanda guncangan gempa bumi dengan intensitas antara IV - V MMI (Modified Mercalli Intensity). Pada kawasan ini masih berpotensi terjadi kerusakan bangunan tetapi kecil kemungkinan terjadi kerusakan geologis. Percepatan gempabumi antara 0.10 - 0.20 g. Berdasarkan batuan, daerah ini disusun oleh batuan berumur tersier atau yang lebih tua dan batuan beku.

Zona rawan bencana gempa bumi sangat rendah: Kawasan yang berpotensi terlanda guncangan gempa bumi dengan intensitas kurang dari IV MMI (Modified Mercalli Intensity). Pada kawasan ini masih dapat dirasakan namun kecil kemungkinan menyebabkan kerusakan bangunan. Percepatan gempabumi lebih kecil dari 0.10g. Berdasarkan batuan, daerah ini disusun oleh batuan berumur tersier atau yang lebih tua dan batuan beku.

2.5 Jenis Tanah Clay Shale

Clay Shale merupakan salah satu material geologi yang paling kompleks, dan bermasalah. Shale memiliki rentang variasi sifat teknis yang luas, terutama dalam kecenderungan untuk mengembang dan melemah dalam waktu yang relatif singkat. Karakteristik shale yang umumnya terdiri dari lapisan tipis berlapis dengan fraksi yang tidak beraturan, sangat licin, dan mudah dipisahkan sepanjang bidang lapisan. Shale adalah batuan sedimen berbutir halus yang terbentuk dari pemadatan lanau (silt) dan mineral ukuran-lempung (clay-size mineral). Shale masuk kategori batuan endapan sebagai batu-lempung (clay stones). Karakteristik umum clay shale juga diidentifikasi berdasarkan parameter teknik sebagai berikut (Wakim, 2005) :

1. *Overconsolidated*
2. Durabilitas rendah pada saat mengalami pembasahan
3. Tekanan pengembangan (*swelling pressure*) tinggi
4. Mengalami disintegrasi yang signifikan setelah mengalami kontak dengan air

2.6 Pengujian Geofisika

2.6.1 Geolistrik

Geolistrik adalah salah satu metode geofisika yang memanfaatkan sifat aliran listrik di dalam bumi, geolistrik ada yang bersifat aktif dan pasif. Metode geolistrik resistivitas merupakan metoda aktif dengan meninjeksikan arus listrik ke dalam bumi untuk mengetahui sifat resistivitas pada suatu lapisan

batuan di dalam bumi dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger yang memiliki jangkauan paling dalam dibandingkan konfigurasi yang lain dimana jarak elektroda potensial dibuat tetap, jarak antara elektroda arus diubah-ubah untuk memperoleh banyak informasi tentang bagian dalam bawah permukaan tanah.

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Dibanding dengan Jenis Batuan

Material	Harga resistivitas (Ohm.meter)
Tanah lempung, basah lembek	1.5 – 3.0
Lempung lanauan & tanah lanauan basah lembek	3 – 13
Tanah lanauan, pasiran	13 – 150
Batuan dasar berkekar terisi tanah lembab	150 – 300
Pasir kerikil terdapat lapisan lanau	± 300
Batuan dasar terisi tanah kering	300 – 2400
Batuan dasar tak lapuk	> 2400
Batuan vulkanik dan metamorphic	
Granite	$5 \times 10^3 - 10^6$
Basalt	$10^3 - 10^6$
Slate	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^8$
Quartzite	$10^2 - 2 \times 10^8$
Batuan Sedimen	
Batuan pasir	$8 - 4 \times 10^3$
Shale	$20 - 2 \times 10^3$
Limestone	$50 - 4 \times 10^2$
Tanah dan Air	
Lempung	1 - 100
Alluvium	10 - 800
Air tanah (fresh)	10 - 100
Air laut	0.2

Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik akan dapat dihitung variasi harga resistivitas pada lapisan permukaan bumi. Hasil dari pengamatan ini untuk mendeteksi ada tidaknya sifat homogen lapisan batuan berdasarkan nilai resistivitasnya yang kemudian dikomparasikan dengan Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Resistivitas Tanah dan Pendugaan Sifat Korosi

Resistivitas tanah (Ωm)	Pendugaan sifat korosi
< 7	Sangat tinggi
7 ~ 20	Tinggi
20 ~ 50	Sedang
50 ~ 100	Ringan
> 100	Sangat ringan

2.6.2 Geoseismik

Metoda seismik adalah salah satu metoda eksplorasi yang didasarkan pada pengukuran respon gelombang seismik (suara) yang dimasukkan ke dalam tanah dan kemudian direleksi atau direfraksikan sepanjang perbedaan lapisan tanah atau batas-batas batuan. Sumber seismik umumnya adalah palu godam (sledgehammer) yang dihantamkan pada pelat besi di atastanah, benda bermassa besar yang dijatuhkan atau ledakan dinamit. Respons yang tertangkap dari tanah diukur dengan sensor yang disebut geofon, yang mengukur pergerakan bumi

- **Seismik refraksi**

Metoda seismik refraksi mengukur gelombang datang yang dipantulkan sepanjang formasi geologi di bawah permukaan tanah. Peristiwa refraksi umumnya terjadi pada muka air tanah dan bagian paling atas formasi bantalan batuan cadas. Grafik waktu datang gelombang pertama seismik pada masing-masing geofon memberikan informasi

mengenai kedalaman dan lokasi dari horizon-horizon geologi ini. Informasi ini kemudian digambarkan dalam suatu penampang silang untuk menunjukkan kedalaman dari muka air tanah dan lapisan pertama dari bantalan batuan cadas.

• **Seismik refleksi**

Metoda seismik refleksi mengukur waktu yang diperlukan suatu impuls suara untuk melaju dari sumber suara, terpantul oleh batas-batas formasi geologi, dan kembali ke permukaan tanah pada suatu geophone. Refleksi dari suatu horizon geologi mirip dengan gema pada suatu muka tebing atau jurang. Metoda seismic refleksi banyak dimanfaatkan untuk keperluan Explorasi perminyakan, penentuan sumber gempa ataupun mendeteksi struktur lapisan tanah.

2.6.3 Mikrotremor

Mikrotremor merupakan getaran tanah sekain gempa bumi, bisa berupa getaran akibat aktivitas manusia maupun aktivitas alam. Mikrotremor bisa terjadi karena getaran akibat orang yang sedang berjalan, getaran mobil, getaran mesin-mesin pabrik, gerakan angin, gelombang laut atau getaran alamiah dari tanah.

Mikrotremor mempunyai frekuensi lebih tinggi dari frekuensi gempa bumi, periodenya kurang dari 0,1 detik yang secara umum antara 0,05 - 2 detik dan untuk mikrotremor periode panjang bisa 5 detik, sedang amplitudonya berkisar 0,1 - 2,0 mikron.

Implementasi mikrotremor adalah dalam bidang prospecting, khususnya dalam merancang bangunan tahan gempa, juga dapat dipakai untuk investigasi struktur bangunan yang rusak akibat gempa. Dalam merancang bangunan tahan gempa, sebaiknya perlu diketahui periode natural dari tanah setempat untuk menghindari adanya fenomena resonansi yang dapat memperbesar (amplifikasi) getaran jika terjadi gempa bumi.

Mikrotremor juga dapat dipakai untuk mengetahui jenis tanah atau top soil berdasarkan tingkat kekerasannya, dimana semakin kecil periode dominan tanah maka tingkat kekerasannya semakin besar atau tanah yang mempunyai periode dominan besar makin lunak atau lembek sifatnya.

Para ahli bangunan Cina mengklasifikasikan jenis tanah menjadi empat macam berdasarkan periode dominan naturalnya : bad rock atau hard rock, medium hard rock, medium soft soil, dan soft soil (clay). Keempat macam jenis tanah itu berturut-turut mempunyai periode dominan natural : kurang dari 0,1 detik, 0,1-0,4 detik, 0,4-0,8 detik, dan lebih dari 0,8 detik.

Untuk melakukan pengukuran periode dominan tanah natural sebaiknya dilakukan pada saat getaran tremor yang lain minimal, misalnya pada waktu malam hari dimana aktivitas manusia tidak ada, sehingga diharapkan getaran yang terekam benar-benar getaran asli dari tanah.

2.6.4 Uji XRD

XRD digunakan untuk analisis komposisi fasa atau senyawa pada material dan juga karakterisasi kristal. Prinsip dasar XRD adalah mendifraksi cahaya yang melalui celah kristal. Difraksi cahaya oleh kisi-kisi atau kristal ini dapat terjadi apabila difraksi tersebut berasal dari radius yang memiliki panjang gelombang yang setara dengan jarak antar atom, yaitu sekitar 1 Angstrom. Radiasi yang digunakan berupa radiasi sinar-X, elektron, dan neutron. Sinar-X merupakan foton dengan energi tinggi yang memiliki panjang gelombang berkisar antara 0.5 sampai 2.5 Angstrom. Ketika berkas sinar-X berinteraksi dengan suatu material, maka sebagian berkas akan diabsorpsi, ditransmisikan, dan sebagian lagi dihamburkan terdifraksi. Hamburan terdifraksi inilah yang dideteksi oleh XRD. Berkas sinar X yang dihamburkan tersebut ada yang saling menghilangkan karena fasanya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasanya sama. Berkas sinar X yang saling menguatkan itulah yang disebut sebagai berkas difraksi. dari metode difraksi kita dapat

mengetahui secara langsung mengenai jarak rata-rata antar bidang atom. Kemudian kita juga dapat menentukan orientasi dari kristal tunggal. Secara langsung mendeteksi struktur kristal dari suatu material yang belum diketahui komposisinya.

2.7 Desain Tower yang Digunakan

Tipe tower yang digunakan pada perencanaan ini ada 2 jenis yaitu tipe AA dan CC. Detail penggunaan tipe tower terdapat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Jenis Tower

No. Tower	Tipe	Lokasi		
		Desa	Kecamatan	Kabupaten
534	AA	Karangwuni	Sedong	Cirebon
535	AA	Panongan	Sedong	Cirebon
536	AA	Panongan	Sedong	Cirebon
540	AA	Kertawangun	Sedong	Cirebon
541	AA	Kertawangun	Sedong	Cirebon
542	CC	Kertawangun	Sedong	Cirebon

(Sumber: Reference PT.PLN)

Dari tipe – tipe tower yang digunakan sebagai acuan desain selanjutnya untuk lebih jelasnya dapat dilihat tampak depan bangunan tower itu sendiri pada Gambar 2.1.

Gambar 2.2 Tipe Tower „BB-CC”
(Sumber: Reference PT.PLN)

2.8 Analisa pembebanan

• **Beban Mati**

Beban mati yang diperhitungkan dalam analisa pembebanan adalah berikut:

- Beban sendiri tower yaitu berat yang tergantung dari jenis profil yang digunakan dalam perencanaan struktur tower tersebut.
- Beban antenna adalah berat tambahan yang dibebankan pada struktur tower. Berat dari antenna ini sendiri tergantung dari jenis dan jumlah antenna yang terpasang.
- Beban bordes juga diperhitungkan dalam struktur tower. Perencanaan beban bordes ini berfungsi sebagai tempat istirahat sementara untuk para pekerja.

• **Beban Angin**

Pengaruh kekuatan hembus angin di Indonesia diukur sebesar 25 daN/m² oleh karena tiang/penghantar bulat dihitung 50% nya atau 25 daN/m². Gaya akibat hembusan angin ini terarah mendatar (transversal) sebesar:

$$F_{\text{angin}} = 25 \text{ daN/m}^2 \times [(\text{diameter} \times L) + \text{Luas penampang tiang}]$$

Dalam beberapa hal faktor luas penampang tiang diabaikan.

• **Beban tarikan kabel**

Panjang penghantar pada dua tiang (gawang) berubah-ubah sebagai akibat :

- Perubahan temperatur lingkungan
- Pengaruh panas akibat beban listrik (I²R)

Sesuai dengan sifat logamnya, panjang penghantar akan mengalami penyusutan pada temperatur rendah dan memanjang pada temperatur tinggi (panas) menurut rumus :

$$L_t = L_o (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

dimana :

L_o = panjang awal

L_t = panjang pada t_0 C

α = koefisien muai panjang

Δt = beda temperatur

Pada temperatur rendah panjang penghantar menyusut, memberikan gaya regangan (tensile stress) pada penghantar tersebut, gaya ini akan diteruskan ke tiang tumpunya. Jika gaya tersebut melampaui titik batas beban kerja penghantar (ultimate tensile stress) penghantar akan putus atau tiang penyanggah patah jika beban kerja tiang terlampaui (working load). Perhitungan batas kekuatan tiang dihitung pada temperatur terendah 20oC (malam hari) dan suhu rata-rata di siang hari 30oC.

Besarnya gaya regangan adalah sebesar

$$F = (Y A / L_o) \Delta L$$

dimana :

Y = Modulus Young (elastisitas) [hbar]

A = Luas Penampang [m²]

ΔL = Deformasi panjang penghantar, ΔL
= $(L_t - L_o)$ [m]

L_o = Panjang Awal [m]

Pembebanan lain pada tower dapat dilihat pada Buku 1 PLN Kriteria Disain Enjinereng Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Namun yang digunakan dalam perencanaan ini adalah beban berdasarkan Tabel 2.4. Beban tersebut sudah memperhitungkan beban mati, angin, dan beban hidup.

Tabel 2.4 Asumsi Beban pada Pondasi Tower

Tower Type	Compressive Load (kN)	Tensile Load (kN)
AA	580	320
BB	820	470
CC	890	510
DD	1,400	800
EE	1,500	810
FF	1,270	730

(Sumber: Reference PT.PLN)

2.9 Perencanaan Pondasi

Pondasi adalah bagian paling bawah suatu konstruksi yang letaknya di bawah maupun permukaan, yang berfungsi sebagai landasan dan untuk menyalurkan beban-beban yang berasal dari struktur di atasnya ke dalam tanah. Suatu perencanaan pondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh pondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan. Apabila kekuatan tanah dilampaui, maka penurunan yang berlebihan atau keruntuhan tanah akan terjadi. Kedua hal tersebut akan menyebabkan kerusakan konstruksi yang berada di atas pondasi tersebut. Oleh karena itu dalam perencanaan pondasi perlu mengevaluasi daya dukung tanahnya.

2.9.1 Jenis-Jenis Pondasi

- Pondasi dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi perbandingan tinggi dan lebarnya kurang dari 4 ($D/B < 4$). Pondasi dangkal salahsatunya berupa pondasi telapak. Pondasi

telapak adalah pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom. Jenis pondasi dangkal lainnya adalah pondasi memanjang dan pondasi rakit.

- Pondasi dalam

Salah satu jenis pondasi dalam adalah pondasi tipe bored pile. Pondasi tipe *bored pile* yang berukuran kecil sering disebut dengan *strauss pile*. Bored pile dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu baru kemudian diisi tulangan dan dicor beton. Besarnya kapasitas lateral pada pondasi jenis *bored pile* ini berasal dari tahanan ujung tiang serta tahanan geser (*friction*) dari selimut *pile*. Untuk mendapatkan daya dukung yang sesuai, dimensi *pile* ini diubah-ubah, seperti memvariasikan diameter atau kedalaman.

Kelebihan dari pondasi jenis bored pile ini adalah ketika proses pemancangan dilakukan, getaran tanah yang mengakibatkan kerusakan pada bangunan di sekitarnya dapat dicegah. Selain itu, apabila pemancangan dilakukan di tanah lempung pile akan bergerak tidak lurus ke bawah. Dengan bored pile keadaan tersebut dapat terhindar. Namun ada beberapa kondisi yang menyebabkan *bored pile* sulit dilaksanakan di lapangan salah satunya pada saat pengeboran, tanah di sekitar lubang bor bisa mengalami keruntuhan. Hal tersebut dapat diantisipasi dengan menggunakan *casing*.

2.9.2 Daya dukung tanah pada pondasi dangkal

Ada beberapa formula yang digunakan untuk perhitungan daya dukung tanah pada pondasi dangkal. Perhitungan daya dukung tanah tersebut didasarkan pada pembagian daerah sekitar pondasi seperti yang ditunjukkan Gambar 2.3 yaitu:

1. Daerah segitiga yang berada tepat di bawah pondasi.
2. Daerah geser radial pada sisi kiri dan kanan pondasi.
3. Dua segitiga daerah Rankine pasif.

Gambar 2.3 Zona Keruntuhan Pada Tanah (Terzaghi dan Peck, 1964)

Diasumsikan bahwa sudut pada daerah segitiga dibawah pondasi adalah sudut geser tanah ϕ , dan perpindahan tepat dibawah pondasi ekuivalen dengan surcharge, q . Sedangkan tahanan geser tanah sepanjang permukaan keruntuhan diabaikan.

Adapun analisa perhitungan daya dukung tanah di bawah pondasi berdasarkan analisa kesetimbangan telah di kemukakan oleh Terzaghi yang digunakan untuk perhitungan pondasi dangkal ($D \leq B$)

$$q_u = c.N_c + q.N_q + \frac{1}{2}.\gamma.B.N$$

Dimana :

c = Kohesi tanah

γ = Berat jenis tanah

$$q = \gamma \cdot D_f$$

N_c, N_q, N_γ = Faktor koefisien daya dukung

Besarnya faktor-faktor koefisien daya dukung dapat dicari dengan persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \tan \phi$$

2.9.3 Daya dukung pondasi dalam menggunakan data SPT

Pada perhitungan daya dukung tiang pondasi menggunakan metode Meyerhof, adapun rumus persamaan sebagai berikut :

$$Q_l = 40 \cdot N \cdot A_p + \left(\frac{A_s N_{\alpha v}}{5} \right)$$

Dimana :

Q_L = Daya dukung tanah maximum pada pondasi

N = Harga SPT di dasar pondasi

N_{av} = Harga N rata-rata sepanjang tiang yang terbenam di dalam tanah

A_p = area dasar tiang

A_s = luas selimut tiang yang terbenam

2.9.4 Daya dukung pondasi dalam menggunakan data Sondir

Alat sondir atau Cone Penetrometer Statis (CPT) yang berupa tabung silinder dengan ujung bawahnya berbentuk konus (Contique), dimasukkan ke dalam tanah dengan bantuan pison berkecepatan lambat dan konstan ($V=3$ mm/detik). Secara terpisah atau bersamaan, hamatan lekatan lateral (Frottement, Friction Laterale) dapat diukur dengan bantuan sebuah mantel

(Manchon) dari tabung sondirnya, yang terletak diatas elemen konus di ujung tiang.

Hasil yang diperoleh adalah dalam bentuk kombinasi dari tegangan perlawanan tanah di ujung konus tiang.

$$q_c = Q_c/A_c \quad \text{atau} \quad R_p = F_p/S_p$$

Dan tegangan lekatan lateral disepanjang sisi luar mantel yang ada

$$q_s = Q_s/A_s \quad \text{atau} \quad f_s = F_s/S_s$$

Dimana ;

Q_c = Gaya reaksi perlawanan tanah terhadap ujung konus ($=F_p$)

A_c = Luas penampang maksimum dari ujung konus ($=S_p$)

Q_s = Gaya lekatan lateral total ($=F_s$)

A_s = Luas permukaan lateral sisi luar mantel (S_s)

2.10 Stabilitas Lereng

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dengan sudut tertentu terhadap bidang horizontal dan tidak dilindungi.

2.10.1 Jenis-Jenis Lereng

Berdasarkan proses terbentuknya lereng dapat dibedakan menjadi lereng yang terjadi secara alamiah dan buatan. Lereng alamiah terbentuk dari proses alam tanpa campur tangan manusia. Sedangkan lereng buatan adalah lereng yang terbentuk oleh manusia seperti lereng timbunan dan lereng akibat penggalian.

Berdasarkan ketinggiannya lereng dibagi menjadi 2 jenis yaitu lereng dengan tinggi terbatas dan tinggi tak terbatas.

- a. Lereng dengan tinggi terbatas

Suatu lereng diklasifikasikan sebagai lereng dengan tinggi terbatas ketika tinggi kritis lereng (H_{cr}) mendekati tinggi lereng.

- b. Lereng dengan tinggi tak terbatas

Lereng dengan tinggi tak terbatas adalah lereng yang ketinggiannya kecil apabila dibanding dengan panjang lerengnya.

2.10.2 Penyebab Kelongsoran pada Lereng

Kelongsoran tanah terjadi karena permukaan tanah tidak datar sehingga berat tanah yang sejajar dengan kemiringan lereng akan menyebabkan tanah bergerak ke bawah. Hal ini diakibatkan gaya dorong melebihi gaya resisten yang berasal dari kekuatan geser tanah sepanjang bidang longsor.

Secara garis besar penyebab kelongsoran pada lereng dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Pengaruh Internal

Faktor-faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah sebagai berikut.

- Kondisi geometri lereng
- Peningkatan kadar air pada tanah lempung
- Perubahan berat volume dan tekanan air tanah
- Penyusutan tanah lempung diakibatkan oleh perubahan temperatur yang dapat menimbulkan retak susut, sehingga kohesi tanah menjadi turun dan memberikan kesempatan kepada air untuk masuk kedalam lapisan tanah.
- Absorpsi oleh mineral lempung yang biasanya diikuti oleh penurunan harga kohesi tanah.

2. Pengaruh Eksternal

- Air hujan yang tertahan di atas lereng
- Butiran tanah terbawa air hujan
- Erosi pada lereng akibat aliran sungai
- Pergerakan tektonik lempeng bumi

2.10.3 Konsep Analisa Stabilitas Lereng

Dalam menganalisis stabilitas lereng yang harus dilakukan adalah menghitung dan membandingkan tegangan geser yang

terbentuk sepanjang permukaan retak yang paling mungkin dengan kekuatan geser dari tanah. Perhitungan ini melibatkan komponen-komponen seperti lapisan-lapisan tanah, parameter tanah, hingga pengaruh rembesan dalam lereng.

Menurut Das 1985, Analisis stabilitas lereng yang dilakukan dengan cara memeriksa faktor keamanan dari lereng yang ditinjau, dengan cara membandingkan tegangan geser yang terbentuk sepanjang permukaan bidang retak yang paling kritis dengan kekuatan geser tanahnya. Faktor keamanan didefinisikan sebagai berikut :

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

Ket :

F_s = angka keamanan rencana

τ_f = kekuatan tanah untuk menahan
kelongsoran

τ_d = gaya dorong sepanjang bidang longsor

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi$$

Ket :

C = kohesi

ϕ = sudut geser tanah

σ = tegangan normal rata – rata permukaan
bidang longsor

$$\tau_d = C_d + \sigma \tan \phi_d$$

Ket :

C_d = kohesi

ϕ_d = sudut geser yang bekerja sepanjang
bidang longsor

$$F_s = \frac{C + \sigma \tan \phi}{C_d + \sigma \tan \phi_d}$$

$$F_s = \frac{c}{cd}$$

$$F_s = \frac{\sigma \cdot \tan \phi}{\sigma \cdot \tan \phi d}$$

Khusus untuk kasus lereng tinggi tak terbatas, terdapat dua kondisi dalam analisa stabilitas lereng, yaitu:

- Stabilitas lereng tinggi tak terbatas tanpa rembesan

Dalam kondisi lereng tinggi tak terbatas tanpa rembesan diasumsikan tegangan air pori adalah 0, sedangkan tegangan geser tanah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi$$

Ket :

C = kohesi

ϕ = sudut geser tanah

σ = tegangan normal rata-rata permukaan bidang longsor

Perumusan angka keamanan:

$$F_s = \frac{T_i}{T_a}$$

$$T_a = w \sin \beta$$

$$N_a = N_i = w \cos \beta \text{ dimana } W = \gamma \cdot h \cdot L \cdot \cos \beta$$

T_i = shear resistance sepanjang bidang bc

$$T_i = c \cdot L + N_i \cdot \tan \beta = c \cdot L + w \cos \beta \tan \phi$$

$$T_i = c \cdot L + \gamma \cdot h \cdot L \cdot \cos \beta \tan \phi$$

$$F_s = \frac{c.L + \gamma.h.L \cos \beta \cdot \cos \beta \cdot \tan \phi}{\gamma.h.L \cos \beta \sin \beta}$$

Dengan menggabungkan rumusan di atas, maka akan didapatkan rumus untuk faktor keamanan untuk kondisi lereng tinggi tak terbatas.

$$F_s = \frac{c + \gamma.h \cdot \cos \beta \cdot \tan \phi}{\gamma.h \cdot \sin \beta}$$

- Stabilitas lereng tinggi tak terbatas dengan rembesan air

Dalam kondisi lereng tinggi tak terbatas tanpa rembesan diasumsikan ada rembesan di dalam tanah yang permukaan air tanahnya sama dengan permukaan tanah, sedangkan tegangan geser tanah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\tau_f = c + \sigma'' \tan \phi$$

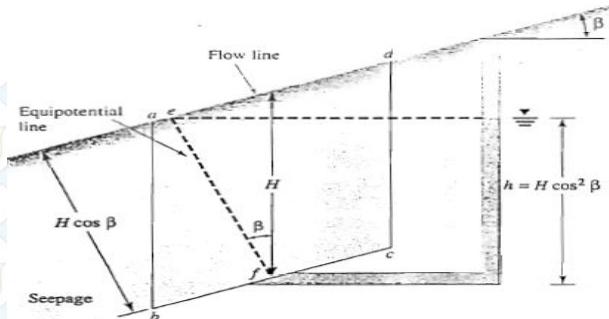
Ket :

τ_f = kekuatan tanah menahan kelongsoran

C = kohesi

ϕ = sudut geser tanaha

σ'' = tegangan normal efektif



Gambar 2.4 Pemodelan Lereng Tinggi Tak Terbatas dengan Rembesan Air

Dalam pias tanah pada lereng dengan tinggi tak terbatas, gaya – gaya yang bekerja dapat diuraikan sebagai berikut :

- Gaya penahan = $c' \cdot L + w \cos \beta \cdot \text{tg} \phi$
- Gaya pendorong = $T_a + F_w$

$$T_a = \gamma' \cdot h \cdot L \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$$

$$F_w = \gamma_w \cdot h \cdot L \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta$$

Faktor keamanan pada lereng tinggi tak terbatas dengan rembesan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$F_s = \frac{c' \cdot L + \gamma' \cdot h \cdot L \cdot \cos \beta \cdot \cos \beta \cdot \text{tg} \phi}{\gamma' \cdot h \cdot L \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta + \gamma_w \cdot h \cdot L \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}$$

$$F_s = \frac{c' + \gamma' \cdot h \cdot \cos \beta \cdot \cos \beta \cdot \text{tg} \phi}{\gamma' \cdot h \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta + \gamma_w \cdot h \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}$$

Sedangkan analisa stabilitas tanah dengan pemodelan dan program bantu memerlukan parameter tanah tertentu untuk dapat menganalisa kondisi tanah.

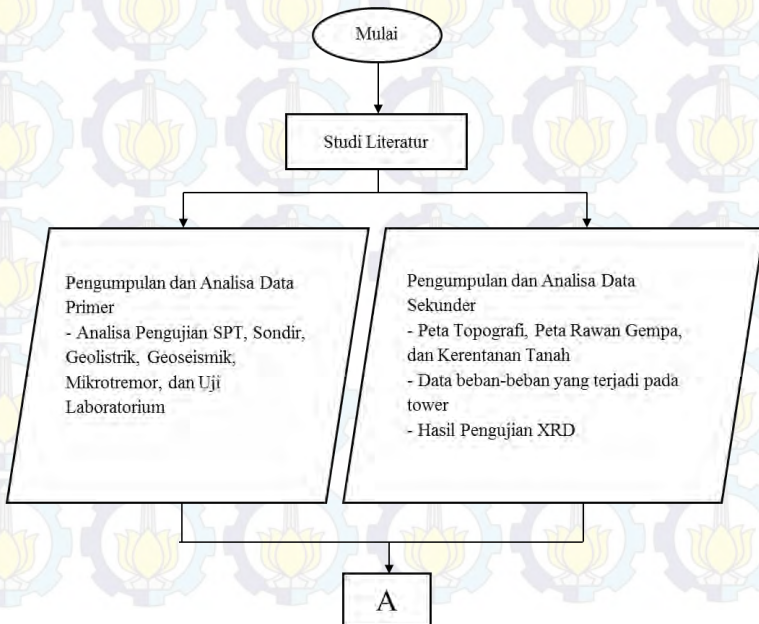
BAB III METODOLOGI

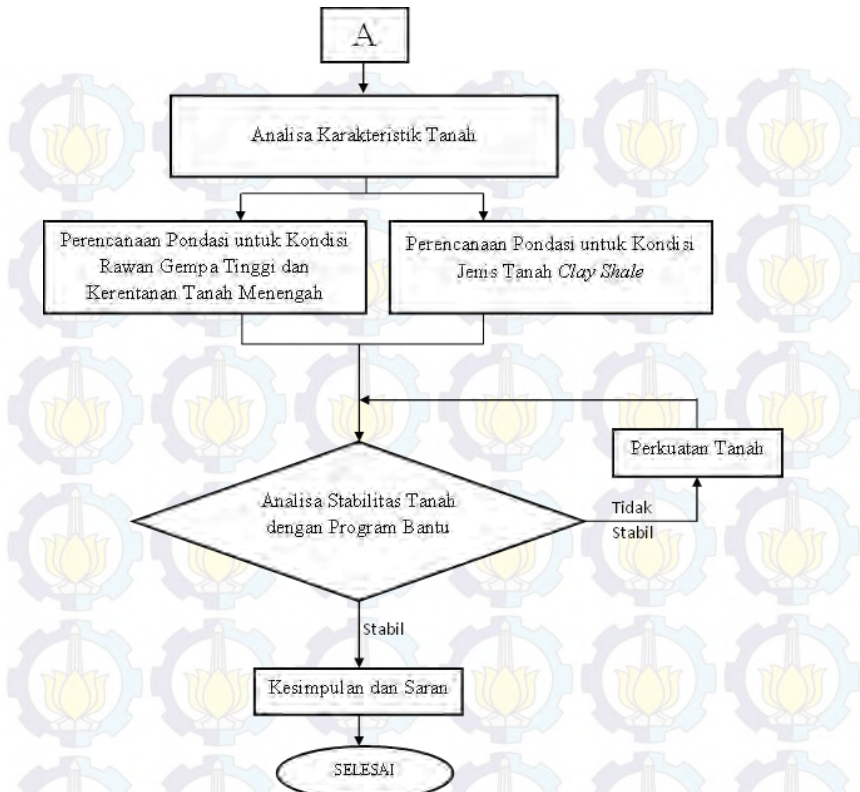
3.1 Umum

Perencanaan dan analisa pada tugas akhir ini bersifat observasi langsung di lapangan, yang merupakan kegiatan pengujian tanah untuk mendapatkan parameter tanah. Dari data pengujian tanah kemudian dapat dilakukan perencanaan pondasi dan analisa stabilitas tanah.

3.2 Bagan Alir

Bagan alir untuk proses pengerjaan tugas akhir dalam perencanaan pondasi dan analisa stabilitas tanah tower transmisi T.534-536 dan T.540-542 (SUTET 500 kV) Jalur Ungaran-Mandirancan II dijelaskan pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.3 Studi Literatur

Studi literatur berupa pengumpulan materi-materi yang akan digunakan sebagai acuan perencanaan pondasi dan analisa stabilitas tanah. Adapun bahan studi yang akan digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Referensi mengenai analisa data primer dan sekunder
2. Referensi mengenai perhitungan pondasi

3. Referensi mengenai pengaruh kerentanan tanah, gempa, dan tanah *clay shale*
4. Referensi mengenai analisa stabilitas tanah

3.4 Pengumpulan dan Analisa Data

Pengujian yang dilakukan di lokasi perencanaan meliputi pengujian geoteknik dan geofisika. Dalam pengujian geoteknik terdapat pekerjaan sondir, pekerjaan SPT (Standart Penetration Test), dan pemboran inti. Lalu untuk pengujian geofisika terdapat pengujian geolistrik, geoseismik, dan alat uji mikrotremor. Sedangkan sebagai data pendukung terdapat kompilasi peta peta kerawanan gempa dan kerentanan tanah.

3.4.1 Data primer

Data yang termasuk dalam data primer adalah data SPT, Sondir, geolistrik, geoseismik, dan mikrotremor. Data tersebut merupakan hasil observasi yang dilaksanakan di lapangan. Sehingga dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menganalisa dan mengolah data primer ini terlebih dahulu sebelum memulai perhitungan. Perencanaan pondasi berdasarkan hasil SPT dan Sondir untuk mengetahui daya dukung tanah di lokasi tersebut. Lalu dari data geolistrik dapat dipastikan bagaimana lapisan tanah di bawah permukaan tanah serta sifat tanahnya. Hasil pengujian geoseismik dan mikrotremor akan menunjukkan respon tanah terhadap getaran sehingga dapat dianalisa intensitas pergerakan tanahnya. Hasil pengujian tersebut akan berpengaruh pada analisa stabilitas tanah.

3.4.2 Data sekunder

Data yang termasuk dalam data sekunder yaitu peta topografi, peta kerawanan gempa, peta kerentanan tanah, data beban-beban yang terjadi pada tower, dan hasil pengujian XRD. Data beban-beban yang terjadi pada tower akan menjadi acuan dalam mendimensi pondasi. Selain mengacu pada hasil SPT dan sondir, perhitungan daya dukung tanah pada pondasi juga

mengacu pada hasil analisa sapel tanah di lapangan. Pengujian XRD dilakukan untuk memastikan mineral apa yang terkandung di dalam tanah pada lokasi tower rencana. Lalu dalam analisa stabilitas tanah harus memperhatikan peta tingkat kerawanan gempa dan kerentanan tanah.

3.5 Analisa Karakteristik Tanah

Di dalam analisa karakteristik tanah, hasil dari pengujian tanah dikorelasikan satu sama lain. Dari hasil analisa tersebut kemudian akan didapatkan pengaruh dari kondisi tanah berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap perencanaan pondasi dan pelaksanaannya di lapangan.

3.6 Perencanaan Pondasi

Perencanaan pondasi dilakukan menggunakan kombinasi beban yang sudah ditentukan. Alternatif pondasi yang dapat direncanakan adalah pondasi dangkal berupa pondasi setapak dan pondasi dalam berupa strauss pile/ bore pile.

3.7 Analisa Stabilitas Tanah

Analisa stabilitas tanah dimodelkan dengan program bantu. Data-data yang diperlukan dalam pemodelan ini berdasarkan hasil dari pengujian tanah yang sudah dilakukan.

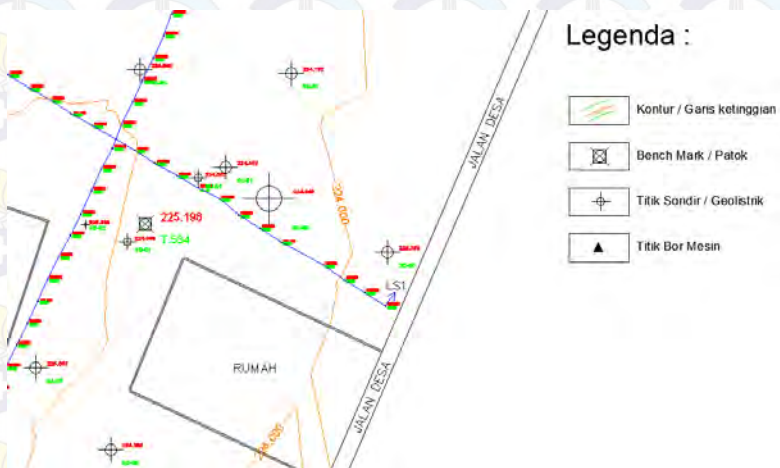
3.8 Perkuatan Tanah

Apabila dalam analisa stabilitas tanah menunjukkan angka keamanan yang belum memenuhi angka keamanan yang direncanakan, maka untuk meningkatkan angka keamanannya dilakukan perkuatan tanah.

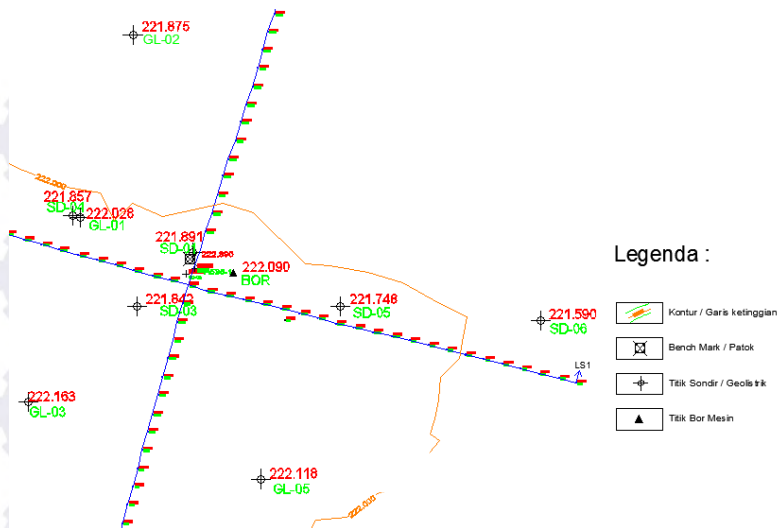
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data Pengujian Tanah

Data tanah yang digunakan dalam perencanaan pondasi ini merupakan hasil pengujian tanah yang dilaksanakan bersama dengan Puslitbang PLN. Penulis bersama dengan Puslitbang PLN melaksanakan pengujian tanah selama kurang lebih 10 hari pada pertengahan bulan Oktober 2015. Pengujian tanah dilakukan di 4 titik rencana tower yaitu pada lokasi T534, T536, T540, dan T542. Pengujian bor dan SPT dilaksanakan masing-masing 1 titik di lokasi T536 dan T542. Sedangkan untuk pengujian sondir, geolistrik, geoseismik, dan mikrotremor dilaksanakan di 4 titik rencana tower dengan lokasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4. Titik pengujian sondir diwakili dengan notasi SD sedangkan titik pengujian geolistrik diwakili dengan notasi GL.



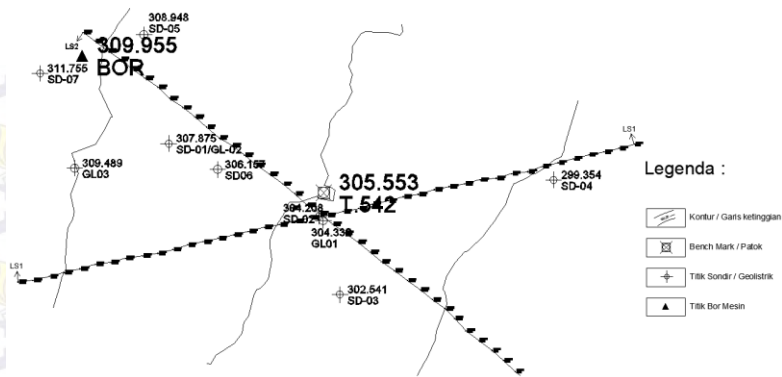
Gambar 4.1 Lokasi Pengujian Tanah Tower 534



Gambar 4.2 Lokasi Pengujian Tanah Tower 536



Gambar 4.3 Lokasi Pengujian Tanah Tower 540



Gambar 4.4 Lokasi Pengujian Tanah Tower 542

Dari berbagai macam pengujian tanah tersebut akan dianalisa untuk mengetahui kondisi lapisan tanah di masing-masing lokasi tower rencana. Pada bagian ini hasil dari pengujian geolistrik, geoseismik, dan bor akan dikomparasikan untuk mengetahui lebih detail mengenai kondisi lapisan tanah. Penggabungan hasil analisa pengujian tersebut dilakukan sehingga data kondisi lapisan tanah lebih teliti dibandingkan dengan hanya mengacu pada 1 pengujian saja.

4.1.1. Pengujian Tanah Tower 534

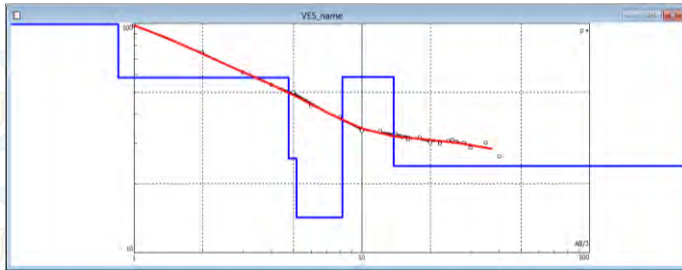
Pada lokasi tower 534 terdapat 7 titik pengujian sondir, 3 titik pengujian geolistrik, dan 2 line geoseismik. Hasil dari pengujian sondir di lokasi ini relatif dangkal karena menemui tanah keras pada kedalaman 1 meter hingga 2 meter. Hasil penyelidikan sondir pada tower 534 terlampir (Lampiran 1).

Pada pengujian geolistrik, data yang didapatkan dari pengujian lapangan tersebut adalah nilai R. Untuk mengetahui nilai resistivitas suatu lapisan tanah, digunakan program bantu IPI. Input data yang digunakan adalah nilai A/Rho yang didapatkan dari $2\pi R$ seperti pada Tabel 4.1. Kemudian analisa yang digunakan untuk mendapatkan nilai resistivitas tanah adalah metode Wenner. Dari hasil pengujian geolistrik tersebut dapat

dilihat jenis tanah pada masing-masing kedalaman berdasarkan perbedaan harga resistivitasnya seperti yang ditunjukkan Gambar 4.5 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Input Data Analisa Geolistrik

T.534 - GL 1		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	15.58	97.89
1.5		0.00
2	5.9	74.14
2.5		0.00
3	3.24	61.07
4	2.15	54.04
5	1.595	50.11
6	1.16	43.73
7		0.00
8	0.772	38.80
9		0.00
10	0.542	34.05
12	0.451	34.00
14	0.374	32.90
15	0.339	31.95
16	0.31	31.16
18	0.28	31.67
20	0.241	30.28
22	0.216	29.86
24	0.203	30.61
25	0.1966	30.88
26	0.1864	30.45
28	0.1703	29.96
30	0.1519	28.63
35	0.1366	30.04
40	0.1044	26.24
45		0.00
50		0.00

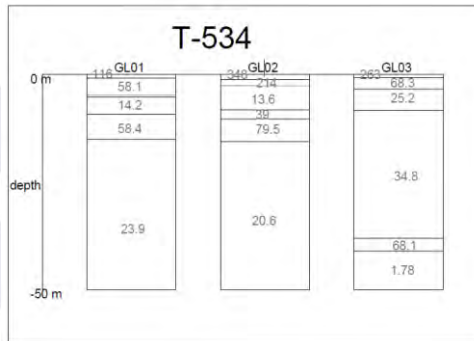


Gambar 4.5 Grafik Output Analisa Geolistrik

Tabel 4.2 Nilai ρ pada GL-01 T534

N	ρ	h	d
1	116	0.851	0.581
2	58.1	3.91	4.76
3	25.7	0.39	5.15
4	14.2	3.04	8.19
5	58.4	5.56	13.7
6	23.9		

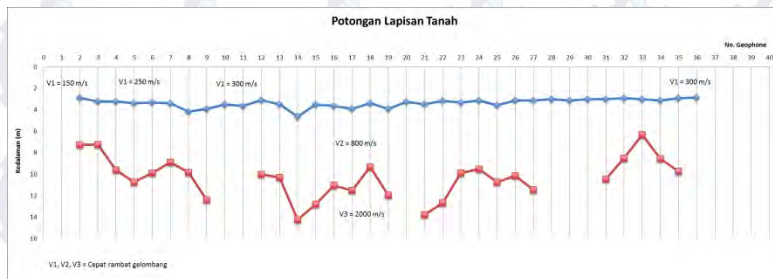
Sehingga dari Tabel 4.2, didapatkan nilai resistivitas yang berbeda-beda untuk kedalaman tertentu. Nilai resistivitas tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil pengujian geolistrik yang lain pada T534. Perhitungan hasil pengujian geolistrik ini terlampir (Lampiran 2) sedangkan rekap perhitungannya dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Perbandingan Hasil Harga Resistivitas pada Titik Geolistrik (GL) T534

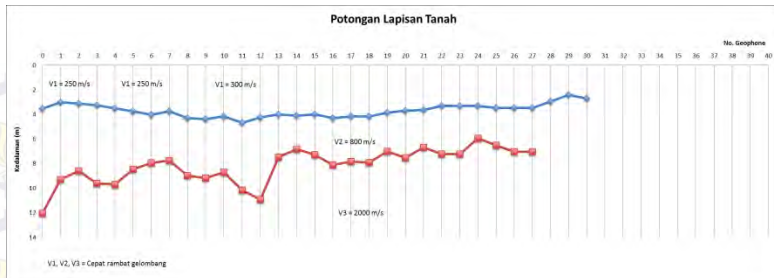
Nilai resistivitas GL-01 dan GL-02 memiliki jenis lapisan yang hampir sama dilihat dari nilai resistivitasnya yang serupa pada kedalaman tertentu. Dari Gambar 4.6 juga dapat disimpulkan bahwa kedalaman lapisan tanah pada GL-03 relatif berbeda dibanding GL-01 dan GL-02. Namun walaupun menunjukkan perbedaan kedalaman lapisan tanah, nilai resistivitas pada GL-01, GL-02, dan GL-03 saling berhubungan karena memiliki nilai yang mendekati sama.

Hasil pengujian geoseismik pada T534 dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7. Hasil pengujian tersebut menunjukkan secara umum ada 3 jenis lapisan yang dibatasi garis biru dan merah.



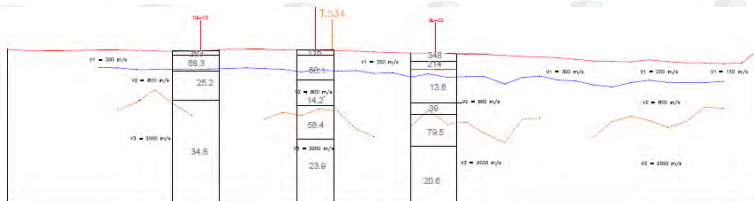
Gambar 4.7

Grafik Seismik *Line-1* T534



Gambar 4.8 Grafik Seismik *Line-2* T534

Kemudian dari beberapa pengujian tanah di atas, dibandingkan untuk mengetahui lebih detail mengenai kondisi lapisan tanah. Penggabungan hasil analisa pengujian tersebut dilakukan sehingga data kondisi lapisan tanah lebih teliti dibandingkan dengan hanya mengacu pada 1 pengujian saja. Gabungan hasil pengujian seismik dan geolistrik dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Gabungan Hasil Seismik dan Geolistrik

Pada pengujian seismik, sifat tanah semakin padat ditunjukkan oleh kecepatan rambat yang semakin besar. Sedangkan untuk pengujian geolistrik, harga resistivitas dapat menunjukkan material suatu lapisan tanah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai Resistivitas Dibanding Jenis Tanah

Material	Harga Resistivitas (Ohm.meter)
Tanah lempung, basah lembek	1.5 – 3.0
Lempung lanauan & tanah lanauan basah lembek	3 – 13
Tanah lanauan, pasiran	13 – 150
Batuan dasar berkekar terisi tanah lembab	150 – 300
Pasir kerikil terdapat lapisan lanau	\pm 300
Batuan dasar terisi tanah kering	300 – 2400
Batuan dasar tak lapuk	> 2400

Sehingga dari rekap hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut di bawah ini:

- Berdasarkan data seismik, lapisan tanah di lokasi T534 terdiri dari 3 lapisan dengan batasan -3 meter dan -10 meter.
 - Lapisan pertama memiliki kecepatan rambat 300 m/s
 - Lapisan kedua memiliki kecepatan rambat 800 m/s
 - Lapisan ketiga memiliki kecepatan rambat 2000 m/s
 Kecepatan rambat tersebut menunjukkan bahwa semakin dalam lapisan, sifat tanah semakin padat
- Mengacu pada Tabel 4.3, lapisan tanah berdasarkan hasil pengujian geolistrik di lokasi T534 terdiri dari beberapa lapisan
 - Pada kedalaman hingga -3 meter, harga resistivitas berkisar antara 13-300, menunjukkan bahwa lapisan tanah tersebut berupa tanah

lanauan, pasiran serta batuan dasar berkekar terisi tanah lembab

- Pada lapisan bawahnya memiliki nilai resistivitas 13-150 yang menunjukkan tanah di lapisan tersebut tanah lanauan, pasiran.

Selain untuk menentukan jenis tanah, hasil pengujian geolistrik juga dapat menentukan sifat korosi suatu lapisan tanah. Sifat korosi suatu lapisan tanah salah satunya dipengaruhi oleh resistivitas tanah. Nilai resistivitas tanah yang rendah menunjukkan konduktivitas yang tinggi sehingga memiliki tingkat korosi yang tinggi pula. Dengan mengacu pada Tabel 4.4, pengujian geolistrik di titik T534 menunjukkan bahwa kondisi lapisan tanah di titik tersebut memiliki sifat korosi dari sedang hingga sangat ringan pada kedua lapisan tanahnya. Oleh karena itu, struktur pondasi di T534 cukup aman dari bahaya korosi.

Tabel 4.4 Resistivitas Tanah dan Pendugaan Sifat Korosi

Resistivitas tanah (Ωm)	Pendugaan sifat korosi
< 7	Sangat tinggi
7 ~ 20	Tinggi
20 ~ 50	Sedang
50 ~ 100	Ringan
> 100	Sangat ringan

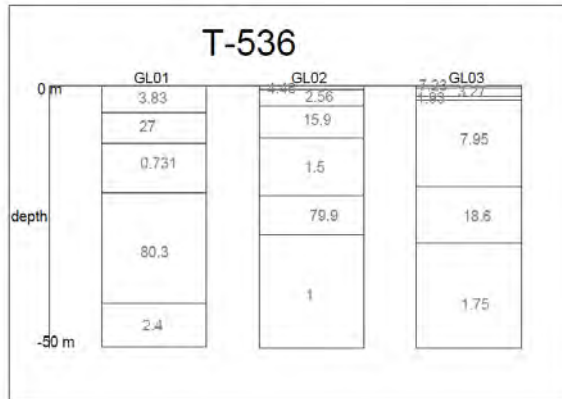
(Sumber: Puslitbang Metalurgi-LIPI (1987))

4.1.2. Pengujian Tanah Tower 536

Pada lokasi tower 536 terdapat 1 titik bor SPT, 7 titik pengujian sondir, 3 titik pengujian geolistrik, dan 2 *line* geoseismik. Hasil dari pengujian sondir di lokasi ini relatif dangkal karena menemui tanah keras pada kedalaman 3 meter hingga 4 meter. Hasil penyelidikan sondir pada tower 536 terlampir (Lampiran 1).

Langkah-langkah pengolahan data geolistrik sama seperti contoh pada pengujian tanah T534. Hasil pengujian geolistrik

pada T536 terlampir (Lampiran 2). Sedangkan rekam pengujian geolistrik adalah sebagai berikut pada Gambar 4.10.

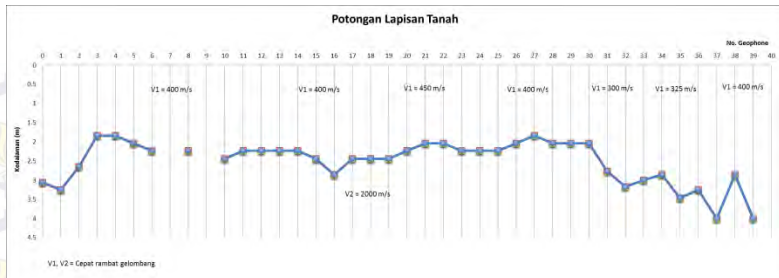


Gambar 4.10 Perbandingan Hasil Harga Resistivitas pada Titik Geolistrik (GL) T536

Hasil pengujian geoseismik pada T534 dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12. Berdasarkan 2 grafik tersebut dapat dilihat bahwa terdapat 2 jenis tanah, lapisan tersebut dibatasi oleh garis biru.



Gambar 4.11 Grafik Seismik *Line-1* T536



Gambar 4.12 Grafik Seismik *Line-2* T536

Di T536 terdapat 1 pengujian bor dan SPT dalam yang diuji di laboratorium untuk didapatkan parameter tanahnya. Hasil dari pengujian bor ini terlampir (Lampiran 3). Namun secara umum jenis tanah pada lokasi T536 adalah sebagai berikut pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

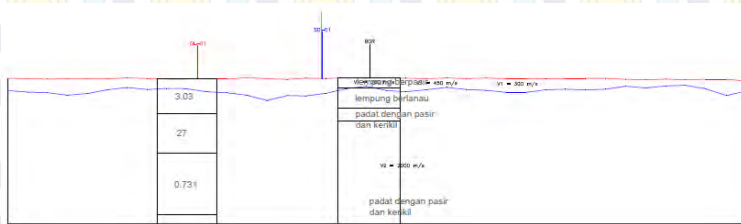
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Bor

Kedalaman (m)	Jenis tanah	SPT
0-1,50	cokelat kekuning-kuningan, lempung berpasir, kerikil	<12
1,50-4,50	abu-abu gelap, lempung berlanau	<12
4,50-6,50	cokelat kekuning-kuningan, pasir dan kerikil	>50
6,50-25,00	abu-abu gelap, pasir dan kerikil	>50

Tabel 4.6 Parameter Tanah Hasil Pengujian Laboratorium

kedalaman	sampel	jenis tanah berdasarkan			SPT N	kisaran nilai sondir qu (kg/cm ²)	γm	γd	w	γsat	φ	C
		bor	seismik	geolistrik								
0-1,50		lempung berpasir										
1,50-4,50	(1,50-2,00)	lempung berlanau	semakin dalam lapisan, tanah	lempung lanau, lunak	12	4,0-10	1.75	1.24	41.91	1.76	0	0.541
4,50-6,50		lempung berpasir dan kerikil										
6,50-25,00		lempung berpasir dan kerikil	semakin padat	lempung dan pasir								

Dari beberapa pengujian tanah di atas, dibandingkan untuk mengetahui lebih detail mengenai kondisi lapisan tanah. Penggabungan hasil analisa pengujian tersebut dilakukan sehingga data kondisi lapisan tanah lebih teliti dibandingkan dengan hanya mengacu pada 1 pengujian saja. Gabungan hasil pengujian seismik, geolistrik, dan bor dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Gabungan Seismik, Geolistrik, dan Bor

- Berdasarkan data seismik, lapisan tanah di lokasi T536 terdiri dari 2 lapisan dengan batasan -2 meter.
 - Lapisan pertama memiliki kecepatan rambat 450 m/s
 - Lapisan kedua memiliki kecepatan rambat 2000 m/s

Kecepatan rambat tersebut menunjukkan bahwa semakin dalam lapisan, sifat tanah semakin padat

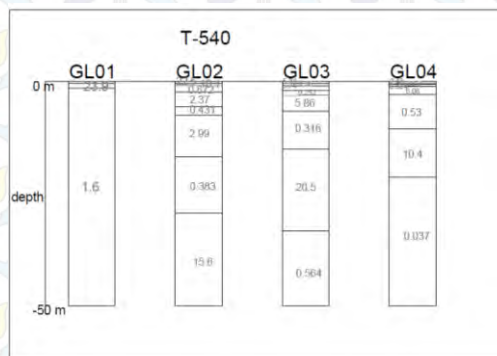
- Mengacu pada Tabel 4.3, lapisan tanah berdasarkan hasil pengujian geolistrik di lokasi T536 terdiri dari beberapa lapisan
 - Pada kedalaman hingga -6 meter, harga resistivitas berkisar antara 3-13, menunjukkan bahwa lapisan tanah tersebut berupa lempung lanauan & tanah lanauan basah lembek
 - Pada kedalaman 6-15 memiliki nilai resistivitas 13-150 yang menunjukkan tanah di lapisan tersebut tanah lanauan, pasir

- Lapisan di bawahnya memiliki angka resistivitas kurang dari 3 yang menandakan bahwa pada lapisan tersebut tanah bersifat tanah lempung, basah lembek

Hasil pengujian geolistrik di T536 menunjukkan harga resistivitas di kedalaman hingga 6 meter bernilai kurang dari 20. Sehingga jika dibandingkan dengan tabel perbandingan antara resistivitas tanah dengan sifat korosinya, tanah lapisan tersebut memiliki sifat korosi yang tinggi. Begitu pula dengan lapisan tanah di bawahnya. Semakin dalam lapisan, nilai resistivitasnya semakin kecil yang menunjukkan sifat korosinya semakin tinggi. Sehingga struktur pondasi yang akan dibangun harus menggunakan material khusus yang tahan korosi.

4.1.3. Pengujian Tanah Tower 540

Pada lokasi tower 540 terdapat 4 titik pengujian sondir, 4 titik pengujian geolistrik, dan 2 *line* geoseismik. Hasil penyelidikan sondir pada tower 540 terlampir (Lampiran 1). Langkah-langkah pengolahan data geolistrik sama seperti contoh pada pengujian tanah T534. Hasil pengujian geolistrik pada T540 terlampir (Lampiran 2). Sedangkan rekap pengujian geolistrik adalah sebagai berikut pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Perbandingan Hasil Harga Resistivitas pada Titik Geolistrik (GL) T540

Hasil pengujian geoseismik pada T534 dapat dilihat pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16. Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat lapisan di bawah permukaan tanah secara umum ada 3 lapisan yang dibatasi oleh garis biru dan merah.

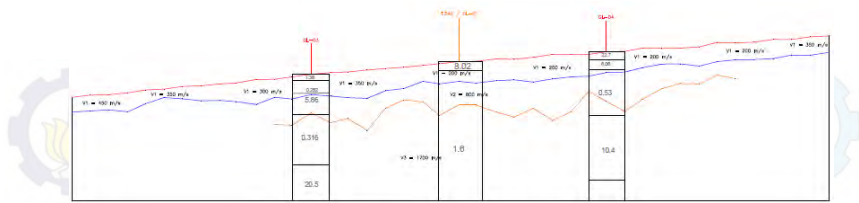


Gambar 4.15 Grafik Seismik *Line-1* T540



Gambar 4.16 Grafik Seismik *Line-2* T540

Kemudian dari beberapa pengujian tanah di atas, dibandingkan untuk mengetahui lebih detail mengenai kondisi lapisan tanah. Penggabungan hasil analisa pengujian tersebut dilakukan sehingga data kondisi lapisan tanah lebih teliti dibandingkan dengan hanya mengacu pada 1 pengujian saja. Gabungan hasil pengujian seismik dan geolistrik dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Gabungan Seismik dan Geolistrik

- Berdasarkan data seismik, lapisan tanah di lokasi T540 terdiri dari 3 lapisan dengan batasan -3 meter dan -7 meter.
 - Lapisan pertama memiliki kecepatan rambat 200m/s
 - Lapisan kedua memiliki kecepatan rambat 800m/s
 - Lapisan ketiga memiliki kecepatan rambat 1700m/s

Kecepatan rambat tersebut menunjukkan bahwa semakin dalam lapisan, sifat tanah semakin padat

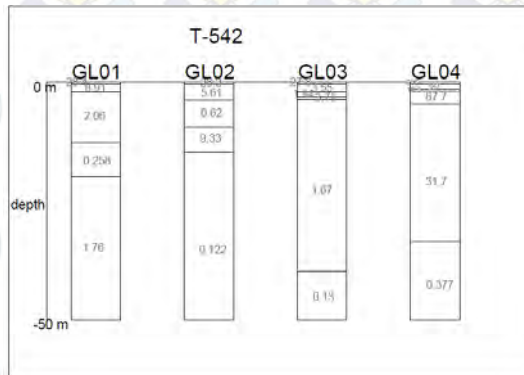
- Mengacu pada Tabel 4.3, lapisan tanah berdasarkan hasil pengujian geolistrik di lokasi T540 terdiri dari beberapa lapisan
 - Pada kedalaman hingga -3 meter, harga resistivitas berkisar antara 3-13, menunjukkan bahwa lapisan tanah tersebut berupa lempung lanauan & tanah lanauan basah lembek.
 - Pada kedalaman 3-7 memiliki nilai resistivitas kurang dari 3 yang menunjukkan tanah di lapisan tersebut tanah lempung, basah lembek.
 - Lapisan di bawahnya memiliki angka resistivitas 13-150 yang menandakan bahwa pada lapisan tersebut tanah bersifat tanah lanauan, pasiran.

Hasil pengujian geolistrik di T540 menunjukkan harga resistivitas di kedalaman hingga 3 meter bernilai kurang dari 20. Sehingga jika dibandingkan dengan tabel perbandingan antara

resistivitas tanah dengan sifat korosinya, tanah lapisan tersebut memiliki sifat korosi yang tinggi. Sifat korosi pada 2 lapisan tanah di bawahnya lebih tinggi karena memiliki nilai resistivitas yang lebih kecil. Kedua lapisan tersebut berturut-turut memiliki sifat korosi sangat tinggi hingga tinggi. Oleh karena itu struktur pondasi yang akan dibangun harus menggunakan material khusus yang tahan korosi.

4.1.4. Pengujian Tanah Tower 542

Pada lokasi tower 542 terdapat 1 titik bor SPT, 6 titik pengujian sondir, 4 titik pengujian geolistrik, dan 2 *line* geoseismik. Hasil penyelidikan sondir pada tower 542 terlampir (Lampiran 1). Langkah-langkah pengolahan data geolistrik sama seperti contoh pada pengujian tanah T534. Hasil pengujian geolistrik pada T542 terlampir (Lampiran 2). Sedangkan rekap pengujian geolistrik adalah sebagai berikut pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Perbandingan Hasil Harga Resistivitas pada Titik Geolistrik (GL) T542

Hasil pengujian geoseismik pada T534 dapat dilihat pada Gambar 4.19 dan Gambar 4.20. Hasil pengujian tersebut menunjukkan adanya perbedaan lapisan tanah antara line-1 dan line-2.



Gambar 4.19 Grafik Seismik *Line-1* T542



Gambar 4.20 Grafik Seismik *Line-2* T542

Di T542 terdapat 1 pengujian bor dalam yang diuji di laboratorium untuk mendapatkan nilai parameter tanahnya. Hasil dari pengujian bor ini terlampir (Lampiran 3). Namun secara umum jenis tanah pada lokasi T542 adalah sebagai berikut pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

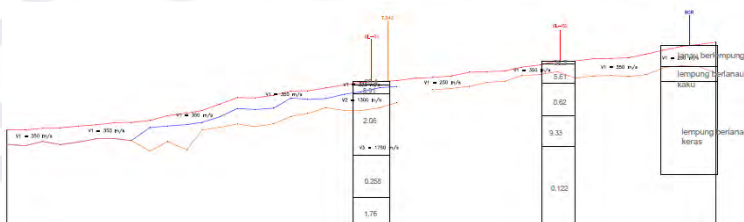
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Bor

Kedalaman (m)	Jenis tanah	SPT
0-3,50	cokelat kekuning-kuningan, lanau berlempung	<23
3,50-6,00	cokelat abu-abu, lempung berlanau	<33
6,0-21,50	abu abu tua, lempung berlanau	>50

Tabel 4.8 Parameter Tanah Hasil Pengujian Laboratorium

kedalaman	sampel	jenis tanah berdasarkan			SPT	kisaran nilai	γ_m	γ_d	w	γ_{sat}	ϕ	C
		bor	seismik	geolistrik	N	q_u (kg/cm ²)	kg/cm ³	kg/cm ³	%	kg/cm ³		kg/cm ²
0-3,50	(1,50-2,00)	lanau berlempung	semakin dalam	lempung lanauan	23	0-17	1.91	1.5	26.95	1.90	44.76	0.309
	(3,00-3,75)				26	8,0-15,0	1.90	1.47	29.94	1.91	7.73	0.972
3,50-6,00	(4,50-4,90)	lempung berlanau, medium	lapisan tanah	lempung		10,0-18	1.97	1.58	24.66	1.97	17.80	1.043
6,00-21,50	(7,00-7,50)	lempung berlanau, keras			33	18,0-40	1.99	1.61	23.56	1.99	33.65	0.588
	(20,00-21,00)	padat		lempung	50		1.92	1.51	27.51	1.93	3.86	0.983

Dari beberapa pengujian tanah di atas, dibandingkan untuk mengetahui lebih detail mengenai kondisi lapisan tanah. Penggabungan hasil analisa pengujian tersebut dilakukan sehingga data kondisi lapisan tanah lebih teliti dibandingkan dengan hanya mengacu pada 1 pengujian saja. Gabungan hasil pengujian seismik, geolistrik, dan bor dapat dilihat pada Gambar 4.21.

**Gambar 4.21** Gabungan Seismik, Geolistrik, dan Bor

- Berdasarkan data seismik, lapisan tanah di lokasi T542 terdiri dari 3 lapisan dengan batasan -2 meter dan -5 meter.
 - Lapisan pertama memiliki kecepatan rambat 350m/s
 - Lapisan kedua memiliki kecepatan rambat 1300m/s
 - Lapisan ketiga memiliki kecepatan rambat 1750m/s

Kecepatan rambat tersebut menunjukkan bahwa semakin dalam lapisan, sifat tanah semakin padat

- Mengacu pada Tabel 4.3, lapisan tanah berdasarkan hasil pengujian geolistrik di lokasi T542 terdiri dari beberapa lapisan
 - Pada kedalaman hingga -5 meter, harga resistivitas berkisar antara 3-13, menunjukkan bahwa lapisan tanah tersebut berupa lempung lanauan & tanah lanauan basah lembek
 - Pada lapisan berikutnya memiliki nilai resistivitas kurang dari 3 yang menunjukkan tanah di lapisan tersebut tanah lempung

Hasil pengujian geolistrik di T542 menunjukkan harga resistivitas di kedalaman hingga 5 meter bernilai kurang dari 20. Sehingga jika dibandingkan dengan tabel perbandingan antara resistivitas tanah dengan sifat korosinya, tanah lapisan tersebut memiliki sifat korosi yang tinggi. Begitu pula dengan lapisan tanah di bawahnya. Semakin dalam lapisan, nilai resistivitasnya semakin kecil yang menunjukkan sifat korosinya semakin tinggi. Sehingga struktur pondasi yang akan dibangun harus menggunakan material khusus yang tahan korosi.

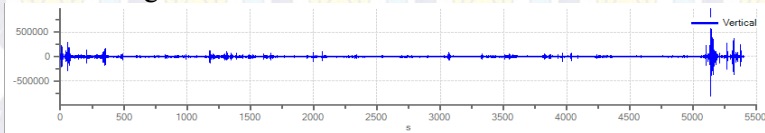
4.2. Analisa Karakteristik Tanah

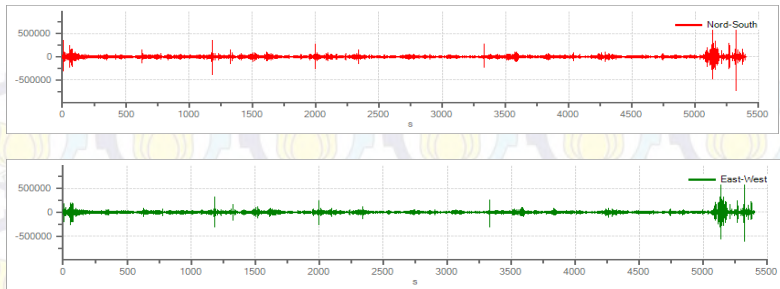
4.2.1. Analisa Kerentanan Tanah

Kerentanan tanah dapat dianalisa dari hasil pengujian mikrotremor. Lokasi tower rencana yang memiliki kerentanan tanah tinggi berdasarkan peta adalah T534-536. Namun pada pelaksanaan di lapangan, pengujian mikrotremor dilakukan di 4 titik. Pengujian ini menggunakan alat mikrotremor dengan interval sampling 1/100 detik. Pengujian di lapangan dilakukan selama 2 jam untuk masing-masing titiknya. Dari sampling alat tersebut, kemudian diolah menggunakan metode *Horizontal to Vertikal Spectrum Ratio* (HVSr) dengan program bantu Geopsy. Metode ini dimaksudkan untuk memperoleh gelombang S akibat sedimen lunak dengan pengukuran mikrotremor. Hasil pengukuran mikrotremor adalah seperti pada Gambar 4.22, Gambar 4.24, Gambar 4.26, dan Gambar 4.28.

Keluaran dari analisa HVSr adalah: (a) puncak spektra H/V (amplifikasi) dan (b) frekuensi dari puncak spektra H/V. Frekuensi dari puncak spektrum H/V merupakan frekuensi atau periode natural setempat. Puncak spektrum H/V dan frekuensi ini, dapat digunakan sebagai parameter untuk menentukan indeks kerentanan tanah dan regangan efektif tanah. Hasil analisa HVSr yang ditunjukkan pada Gambar 4.23, Gambar 4.25, Gambar 4.27, dan Gambar 4.29. Dari 4 pengukuran menunjukkan bahwa hampir keseluruhan memenuhi kriteria seperti yang telah didefinisikan oleh SESAME untuk kelayakan pengolahan data mikrotremor yang terangkum pada Tabel 4.9.

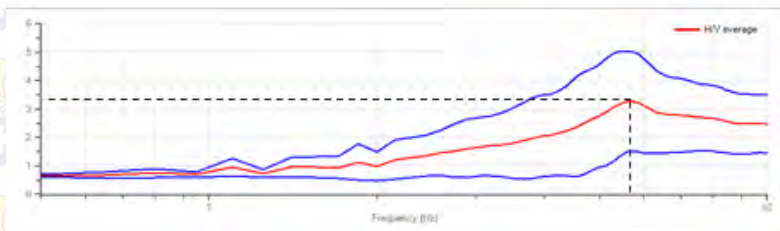
• Pengukuran di T-534





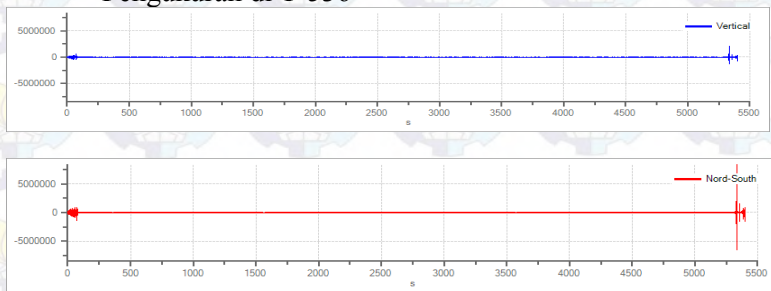
Gambar 4.22 Hasil Pengukuran Mikrotremor di T534

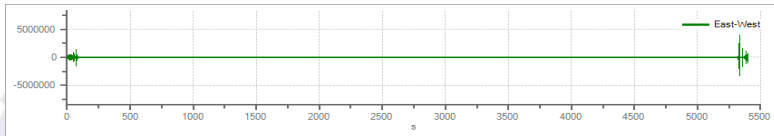
Spectrum HVSR T-534 ($f_0 = 5.75$ dan $A = 3.27$)



Gambar 4.23 Hasil Pengolahan Data Mikrotremor (HVSR) T534

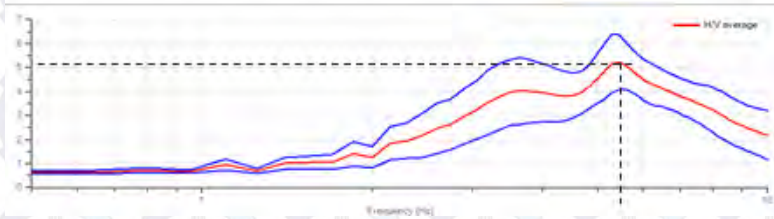
- Pengukuran di T-536





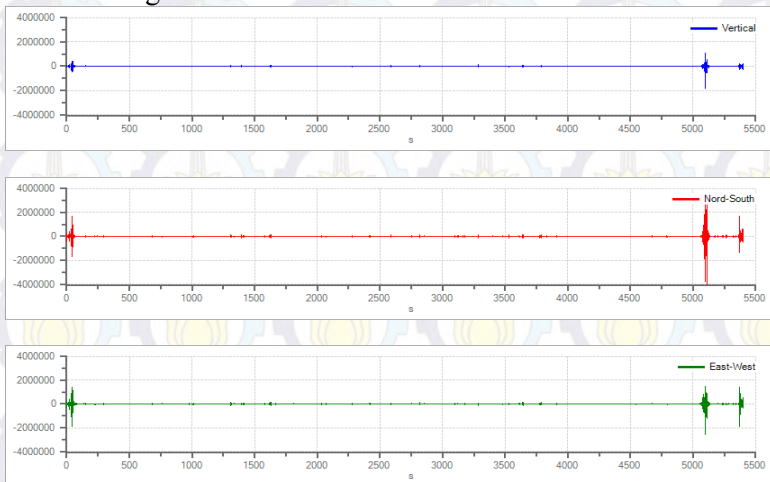
Gambar 4.24 Hasil Pengukuran Mikrotremor di T536

Spectrum HVSR T-536 ($f_0 = 5.45$ dan $A = 5.23$)



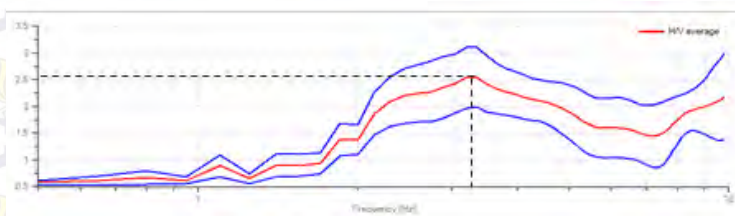
Gambar 4.25 Hasil Pengolahan Data Mikrotremor (HVSR) T536

- Pengukuran di T-540



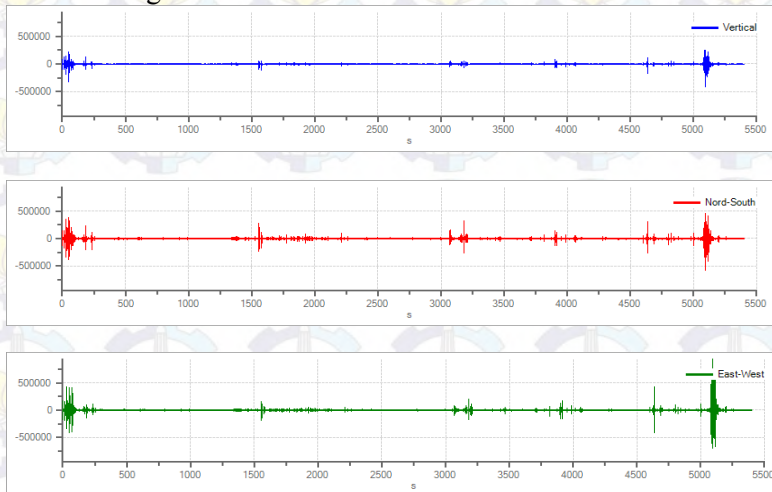
Gambar 4.26 Hasil Pengukuran Mikrotremor di T540

Spectrum HVSr T-540 ($f_0 = 3.35$ dan $A = 2.54$)



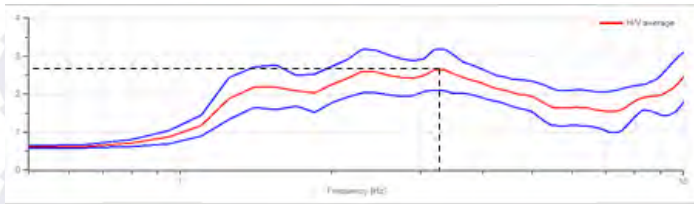
Gambar 4.27 Hasil Pengolahan Data Mikrotremor (HVSr) T540

- Pengukuran di T-542



Gambar 4.28 Hasil Pengukuran Mikrotremor di T542

Spectrum HVSR T-542 ($f_0 = 3.20$ dan $A = 2.64$)



Gambar 4.29 Hasil Pengolahan Data Mikrotremor (HVSR) T542

Tabel 4.9 Hasil HVSR Serta Perhitungan Shear Strain dan Pergeseran Horisontal

Tower	f_0	A	Shear strain ($a=0.25 \text{ g}$)* ¹	δ (pergeseran horizontal – cm) * ²
T-534	5.75	3.27	770×10^{-6}	0.61
T-536	5.45	5.23	2078×10^{-6}	1.09
T-540	3.35	2.54	797×10^{-6}	1.41
T-542	3.20	2.64	902×10^{-6}	1.60

Keterangan: *¹ $\gamma = (A_m^2 / f_0) \times [a / (\pi^2 V_{sb})]$
 *² $\delta = a \times A / (2\pi f_0)^2$

Nakamura (1997) menyatakan bahwa nilai *shear strain* (γ) permukaan tanah perlu diperhatikan untuk mengidentifikasi daerah mana yang bahaya dan kerusakan lebih besar ketika terjadi gempa. Tabel 4.9 menunjukkan hubungan antara γ dengan kerusakan tanah yang dikumpulkan oleh Ishihara (1978) dalam Nakamura (1997). Ditunjukkan bahwa $\gamma = 1000 \times 10^{-6}$, tanah mulai bersifat non linier (elasto-plastis), dan pada $\gamma \geq 10,000 \times 10^{-6}$ terjadi deformasi atau kelongsoran.

Tabel 4.10 Hubungan Nilai *Shear Strain* dengan Sifat Dinamis Tanah

Ukuran <i>strain</i> (γ)	10^{-6} 10^{-5}	10^{-4} 10^{-3}	10^{-2} 10^{-1}
Fenomena	Getaran	<i>Crack</i> , penurunan	Longsoran, likuifaksi
Sifat dinamis	elastisitas	Elasto-plastis	<i>Collapse</i>
		Efek-berulang, efek pembebanan cepat	

Sumber: Nakamura (1997)

Hasil pengujian mikrotremor di lapangan yang dirangkum pada Tabel 4.9 dikorelasikan dengan Tabel 4.10 maka dapat dilihat ketika gempa dengan $a=0.25g$ yang berkisar $770-2078 \times 10^{-6}$ atau berkisar 10^{-3} sifat dinamis tanah masih bersifat elastoplastis. Sedangkan kemungkinan terjadinya crack dan penurunan di T536 cukup besar apabila dibandingkan dengan titik lain.

Perhitungan pergeseran horizontal yang ditunjukkan pada Tabel 4.9 berfungsi untuk mengetahui pergeseran horizontal yang terjadi pada pondasi tower pada saat terjadi gempa. Berdasarkan peraturan FEMA 302, batasan ijin pergeseran horizontal untuk tower transmisi dimasukkan dalam katagori struktur lainnya dengan sesmik kelas III yakni sebesar $0.01 h_{sx}$, dimana h_{sx} adalah kedalaman pondasi. Setelah mendapatkan kedalaman pondasi pada pembahasan perencanaan pondasi akan didapatkan pergeseran horizontalnya. Pergeseran ini kemudian harus dibandingkan untuk mengetahui apakah pergeseran maksimum di lapangan lebih kecil dibanding batas ijin pergeseran horizontal pada Tabel 4.9. Apabila pergeseran horizontal di lapangan lebih kecil dari batas ijinnya, pondasi tower transmisi disimpulkan aman terhadap gempa.

4.2.2. Analisa Kembang Susut Tanah

Tanah jenis clay shale adalah tanah yang memiliki sifat kembang susut atau sifat ekspansif yang tinggi. Kembang susut pada tanah dapat ditunjukkan oleh beberapa hal, yaitu:

1. Ada lempung montmorillonite pada tanah
2. Ada kandungan air disekitar batas plastis (PL)
3. Ada sumber air untuk memungkinkan pengembangan pada lempung

Dari ketiga hal di atas, maka perlu dilakukannya uji klasifikasi teknik, uji batas konsistensi, dan uji mineralogi (XRD) pada sampel tanah di 4 titik pengujian tanah khususnya titik T540-T542 yaitu titik yang disinyalir tanahnya berupa clay shale. Analisa kembang susut diwakili T542 karena T540 dan T542 secara geologi memiliki tanah yang sama.

4.2.2.1. Uji Klasifikasi Teknik

Klasifikasi teknik ini berdasarkan hasil pengujian laboratorium untuk uji analisa butiran. Tanah yang diuji di laboratorium adalah sampel tanah dari T536 dan T542 untuk kedalaman tertentu. Data yang diperlukan untuk uji klasifikasi teknik ini adalah data presentase fraksi lempung dan indeks plastis. Data tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan rumus oleh Skempton berikut:

$A_c = \text{Indeks Plastis} / c (\%)$

c : presentase fraksi lempung

$A_c > 1,25 \rightarrow$ tanah bersifat aktif dan ekspansif

$0,75 < A_c < 1,25 \rightarrow$ tanah digolongkan normal

$A_c < 0,75 \rightarrow$ tanah tidak aktif

Selain itu, klasifikasi tanah ekspansif diklasifikasikan berdasarkan batas susut berdasarkan klasifikasi menurut Altmeyer (1995) seperti pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Klasifikasi Tanah Ekspansif Berdasarkan Batas Susut Menurut Altmeyer (1955)

Batas susut (%)	Kemungkinan mengembang(%)	Derajat pengembangan
>12	< 0.5	Tidak kritis
10 – 12	0.5 – 1.5	Sedang
<10	< 1.5	Kritis

Sebagai contoh, untuk sampel tanah T-542 kedalaman 1.50-2.00 m memiliki nilai parameter tanah sebagai berikut:

Fraksi lempung : 11.22%

Indeks plastis : 39.13%

Batas susut : 13.14%

$$Ac = \frac{39.13}{11.22} = 3.488$$

$Ac > 1,25 \rightarrow$ tanah bersifat aktif dan ekspansif

Batas susut $> 12\% \rightarrow$ derajat pengembangannya tidak kritis.

Klasifikasi sifat ekspansif untuk sampel lain selengkapnya pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13.

Tabel 4.12 Klasifikasi Teknik Berdasarkan Aktivitas

Titik	Kedalaman (m)	Fraksi Lempung	Indeks Plastis	Ac	Ket.
T-536	1.50-2.00	49.07	62.23	1.268	Ekspansif
T-542	1.50-2.00	11.22	39.13	3.488	Ekspansif
	3.00-3.75	17.16	43.96	2.562	Ekspansif
	4.50-4.90	14.59	34.63	2.374	Ekspansif
	7.00-7.50	49.8	54.12	1.087	Normal
	11.00-12.00	53.20	50.90	0.957	Normal
	18.00-19.00	55.31	48.39	0.875	Normal
	20.00-21.00	52.96	80.78	1.525	Ekspansif

Tabel 4.13 Klasifikasi Teknik Berdasarkan Batas Susut

Titik	Kedalaman (m)	Batas susut	Keterangan
T-536	1.50-2.00	-	-
T-542	1.50-2.00	13.14	Tidak Kritis
	3.00-3.75	-	-
	4.50-4.90	13.62	Tidak Kritis
	7.00-7.50	8.83	Kritis
	11.00-12.00	21.28	Tidak Kritis
	18.00-19.00	9.11	Kritis
	20.00-21.00	-	-

4.2.2.2. Uji Batas Konsistensi

Hasil dari uji Atterberg Limit yang dilakukan di laboratorium diklasifikasikan berdasarkan batas cair dan indeks plastisitas berdasarkan hasil pengujian laboratorium (Lampiran 4). Parameter tanah tersebut diklasifikasikan berdasarkan Raman (1967), Snethen et.al (1977) dan Chen (1988) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.14, Tabel 4.15, dan Tabel 4.16. Hasil pengklasifikasian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.14 Kriteria Tanah Ekspansif Berdasarkan PI Menurut Raman (1967)

Indeks Plastisitas, PI (%)	Indeks Penyusutan (%)	Derajat pengembangan
< 12	< 15	Rendah
12 – 23	15 – 30	Sedang
23 – 30	30 – 40	Tinggi
> 30	> 40	Sangat tinggi

Tabel 4.15 Klasifikasi Potensial Pengembangan Menurut Snethen et.al (1977)

Batas cair (%)	PI (%)	Potensi Mengembang (%)	Klasifikasi Potensi mengembang
> 60	> 35	> 1.5	Tinggi
50 – 60	25 – 35	0.5 – 1.5	Sedang
< 50	< 25	< 0.5	Rendah

Tabel 4.16 Kriteria Pengembangan Berdasarkan PI Menurut Chen (1988)

PI (%)	Derajat pengembangan
0 -15	Rendah
10 – 35	Sedang
20 - 35	Tinggi
> 35	Sangat tinggi

Dari Tabel 4.17 dapat dilihat bahwa sifat ekspansif pada seluruh sampel tanah berdasarkan Raman (1967), Snethen et.al (1977) dan Chen (1988) menunjukkan derajat pengembangan yang tinggi hingga sangat tinggi.

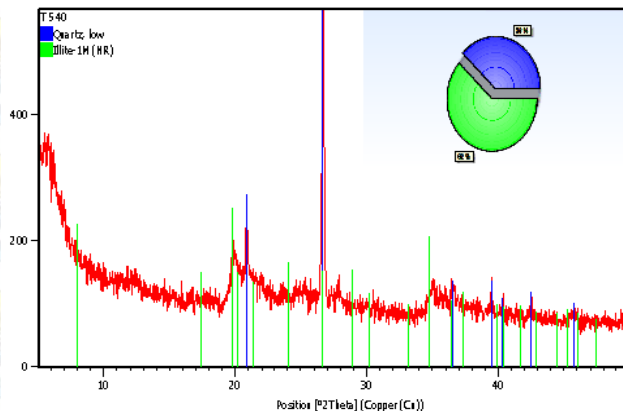
Tabel 4.17 Klasifikasi Pengembangan Berdasarkan Raman (1967), Snethen et.al (1977) dan Chen (1988)

Titik	Kedalaman	LL	PI	Klasifikasi Pengembangan		
	(m)	(%)	(%)	Raman (1967)	Snethen et.al (1977)	Chen (1988)
T-536	1.5-2.0	98.95	62.23	Sangat Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi
T-542	1.5-2.0	76.21	39.13	Sangat Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi
	3.0-3.75	84.94	43.96	Sangat Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi
	4.5-4.9	73.07	34.63	Sangat Tinggi	Tinggi	Tinggi
	7.0-7.5	95.97	54.12	Sangat Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi
	11.0-12.0	90.59	50.90	Sangat Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi
	18.0-19.0	87.04	48.39	Sangat Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi
	20.0-21.0	118.3	80.78	Sangat Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi

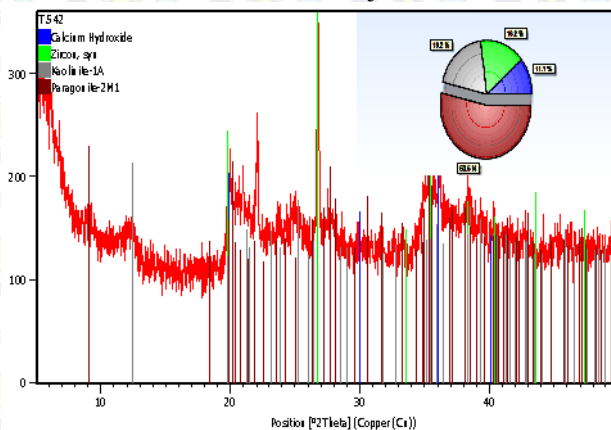
4.2.2.3. Uji mineralogi (XRD)

Sampel tanah yang diuji XRD adalah sampel tanah dari T540 dan T542. Hasil uji XRD pada kedua sampel tanah tersebut terlampir (Lampiran 4) dan secara umum dapat dilihat pada Gambar 4.30 dan Gambar 4.31. Komposisi mineral pada tanah di T540 didominasi mineral Quartz (*Silicon Oxide*) dan Illite

(*Potassium Aluminum Silicate Hydroxide*). Sedangkan tanah di T542 didominasi oleh Paragonite (*Sodium Aluminum Silicate Hydroxide*), Kaolinite (*Aluminum Silicate Hydroxide*), Zircon (*Zirconium Silicate*) dan Calcium Hydroxide. Lalu untuk identifikasi fase/prosentase komposisinya dapat dilihat pada Tabel 4.18.



Gambar 4.30 Hasil Uji XRD T540



Gambar 4.31 Hasil Uji XRD T542

Tabel 4.18 Komposisi Mineral pada Sampel Tanah

Titik	Nama Mineral	Prosentase (%)
T540	Illite	62
	Quartz	38
T542	Paragonite	54.6
	Kaolonite	19.2
	Zircon	15.1
	Calcium Hydroxide	11.1

Dari Tabel 4.18 dapat dilihat bahwa lempung di T540 dan T542 didominasi oleh Illite dan Kaolinite. Aktivitas mineral Illite dan Kaolinite berdasarkan Skempton (1953) dan Mitchel (1976) adalah 0.3 – 1.2. Sehingga jika dilihat dari komposisi mineral yang dikandung, lempung di T540 dan T542 tergolong lempung yang tidak ekspansif. Dari uji klasifikasi teknik dan uji batas konsistensi dapat diketahui bahwa Tanah di T536 dan T540 bersifat ekspansif sedangkan hasil uji mineralogi (XRD) menunjukkan tidak. Penyebab sifat ekspansif ini adalah kemungkinan masih adanya air yang tersimpan dalam lempung walaupun sudah berada di batas plastis (PL). Hal ini juga ditunjukkan dari hasil uji batas konsistensi, terlihat bahwa kadar air di daerah PL disekitar 37% - 41.85%.

4.2.3. Hasil Analisa Karakteristik Tanah Secara Umum

Berdasarkan hasil pengujian tanah di T536-534 dan T540-542 dapat diketahui bahwa secara umum berupa tanah lempung. Selain itu berdasarkan hasil geolistrik, lapisan tanah di titik pengujian sebagian besar memiliki nilai resistivitas kurang dari 20. Hal itu menunjukkan bahwa sifat korosi di titik pengujian adalah tinggi. Material pondasi harus direncanakan tahan dari korosi tanah.

Dari hasil pengujian mikrotremor menunjukkan tanah bersifat elastoplastis. Sehingga secara umum tingkat kerentanan tanah di titik pengujian relatif stabil kecuali untuk T536. Di T536

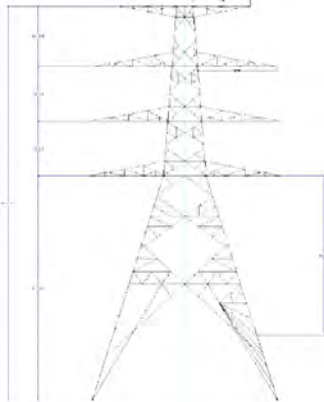
memiliki resiko terjadinya crack dan penurunan yang besar dibanding titik lain. Kemudian, dari hasil pengujian kembang susut tanah, didapatkan bahwa sifat ekspansif tanah di lokasi pengujian adalah tinggi hingga sangat tinggi. Hal tersebut dapat menyebabkan pondasi menjadi tidak stabil apabila terdapat perbedaan kandungan air pada tanah. Kembang susut tanah ini dapat diantisipasi dengan cara melapisi pondasi dengan bitumen. Tujuan dari pelapisan ini agar permukaan tiang pondasi licin sehingga tiang tidak terpengaruh kembang susut tanah. Namun berdasarkan beberapa perencanaan lain, kiat agar struktur tidak terpengaruh kembang susut tanah adalah pondasi harus bersifat kaku dan struktur bangunan atasnya lebih fleksibel. Selain itu dapat juga dilakukan rekayasa untuk meminimalisir air merembes ke dalam tanah.

4.3. Data Tower Transmisi

Tower transmisi untuk jalur *overhead line* Ungaran-Mandirancan merupakan tower transmisi 500 kV dengan tipe suspension dan tension. Tipe AA termasuk ke dalam tipe suspension sedangkan tipe tower CC termasuk tipe tension. Tower dengan tipe suspension digunakan pada overhead line yang lurus. Data teknis pada Tower AA dan CC dapat dilihat pada Lampiran 5. Tipe tower tension digunakan pada belokan atau tikungan jalur karena tower ini telah didesain untuk dapat menerima beban momen akibat ketidaksimetrisan tarikan kabel penghantar. Dimensi tower AA dan CC dapat dilihat pada Gambar 4.32 dan Gambar 4.33.



Gambar 4.32 Dimensi Tower Tipe AA



Gambar 4.33 Dimensi Tower Tipe CC

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan PT. PLN, direncanakan tipe tower pada T534-542 dan area tower seperti pada Tabel 4.19. Tower yang berada di jalur lurus yaitu T534, T536, T536, T540, dan T541 menggunakan tipe AA. Sedangkan untuk T542 yang berada di belokan jalur menggunakan tipe CC.

Tabel 4.19 Tipe Tower

Nomor Tower	Type		Area Tower	Kondisi	Jarak Antar Kaki
			(m ²)		(mm)
534	AA	6	784	Kebun bambu	15780.5
535	AA	+3	784	Sawah	14993
536	AA	+0	784	Sawah	14205.4
540	AA	+6	784	Sawah	15780.5
541	AA	-3	784	Sawah	13417.8
542	CC	+0	1158	Sawah	19714

4.4. Beban Pondasi Tower

Secara umum, beban yang terjadi pada tower transmisi adalah sebagai berikut:

- **Beban Sendiri Tower**
Berat sendiri suatu tower dipengaruhi oleh jenis bahan dan profil yang digunakan dalam rangka batangnya. Semakin lebar atau tinggi struktur towernya tentu berat sendiri tower tersebut akan bertambah.
- **Berat penghantar**
Berat penghantar merupakan berat dari kabel penghantar yang berhubungan dari 1 tower ke tower lain.
- **Beban Tarikan Penghantar**
Beban tarikan penghantar merupakan beban yang diakibatkan oleh panjang kabel penghantar dan berat jenisnya.
- **Beban Angin**
Beban angin yang terjadi pada tower dibagi menjadi 2, yaitu beban angin yang mengenai struktur tower dan angin yang mengenai kabel penghantar.
- **Beban Hidup**
Beban hidup yang diperhitungkan adalah beban orang yang bekerja baik pada proses pembuatan maupun pada proses perawatan menara tower yang terletak pada tangga dan bordes. Beban pekerja yang terjadi saat penggunaan

tower pada umumnya direncanakan sebesar 100 kg terdistribusi pada joint-joint bordes.

Pembebanan yang digunakan dalam perencanaan ini adalah pada Tabel 4.20 sesuai dengan ketentuan standar beban yang direncanakan PT.PLN. Beban pada pondasi tersebut merupakan hasil dari studi kelayakan yang dilaksanakan oleh PT. PLNE. Besar gaya tekan dan tarik yang dibebankan pada pondasi tersebut sudah memperhatikan safety factor dan beban-beban lain yang didasarkan pada pengalaman pada perencanaan sebelumnya.

Tabel 4.20 Beban yang Bekerja pada Masing-Masing Pondasi

Tower Type	Compressive Load (kN)	Tensile Load (kN)
AA	580	320
BB	820	470
CC	890	510
DD	1,400	800
EE	1,500	810
FF	1,270	730

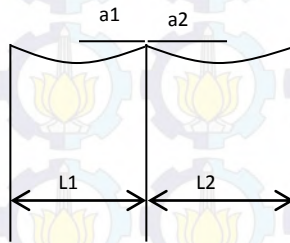
Sumber : (Berdasarkan laporan studi kelayakan PT.PLNE, 2013)

Berdasarkan Tabel 4.20 dapat disimpulkan untuk T534, T535, T536, T540, dan T541 yang merupakan tower jenis suspension memiliki beban tekan sebesar 580 kN dan beban tarik sebesar 320 kN pada masing-masing kakinya. Sedangkan T542 yang direncanakan dengan tipe tower tension terbebani gaya tekan sebesar 890 kN dan gaya tarik sebesar 510 kN pada masing-masing kakinya.

Perhitungan gaya horizontal pada tower juga diperlukan untuk mengontrol kemampuan lateral pondasi. Gaya horizontal tower diakibatkan oleh gaya tarikan kabel dan angin.

- **Beban Tarikan Penghantar**

Untuk menentukan beban ini perlu diketahui weight span (bentangan berat) dan wind span (bentangan angin) dari tower yang ditinjau. Weight span (WTS) didapatkan dari jumlah jarak antara tower ke titik lendutan terendah. Wind span (WDS) didapatkan dari jumlah jarak antara tower. Sebagai ilustrasinya dapat dilihat gambar 4.34. Notasi a_1 dan a_2 menunjukkan weight span, sedangkan wind span merupakan penjumlahan L_1 dan L_2 .



Gambar 4.34 Weight Span dan Wind Span

$$WTS = a_1 + a_2$$

$$WDS = (L_1 + L_2) / 2$$

$$R = WTS / WDS$$

Berdasarkan hasil pemetaan, didapatkan weight span dan wind span sebagai berikut pada tabel 4.21.

Tabel 4.21 Panjang Weight Span dan Wind Span

Nomor Tower	Type		Span		
			WTS (m)	WDS (m)	R
534	AA	+6	528.58	440	1.2
535	AA	+3	425.33	440	0.97
536	AA	+0	430.55	440	0.96
540	AA	+6	430.41	430	1
541	AA	-3	378.62	437.58	0.87
542	CC	+0	181.76	330.52	0.55

Panjang penghantar pada 2 tiang berubah-ubah akibat perubahan temperatur dan pengaruh panas akibat listrik. Penyusutan dan pemuaian oleh faktor tersebut dirumuskan sebagai berikut dan disimpulkan pada Tabel 4.22.

$L_t = L_o (1 + \alpha \cdot \Delta t)$ (Buku 1 PLN, Kriteria Disain Enjinereng Konstruksi Jaringan Distribusi Tegangan Listrik)

Dimana:

L_o = panjang awal

L_t = panjang pada suhu tertentu

$\alpha = 19,3 \cdot 10^{-6}$ (koefisien muai panjang)

$\Delta t = 10^\circ$ (beda temperatur antara siang 30° dan malam 20°)

Tabel 4.22 Panjang Muai Penghantar

Nomor Tower	L_o (m)	L_t (m)
534	528.58	528.682
535	425.33	425.4121
536	430.55	430.6331
540	430.41	430.4931
541	378.62	378.6931
542	181.76	181.7951

Besarnya gaya regangan adalah sebagai berikut.

$F = Y \cdot \frac{A}{L_o} \cdot \Delta L$ (Buku 1 PLN, Kriteria Disain Enjinereng Konstruksi Jaringan Distribusi Tegangan Listrik)

Y = Modulus Young = 7000 kg/mm^2

A = Luas Penampang penghantar = $651,44 \text{ mm}^2$

Tabel 4.23 Gaya Tarik Penghantar

Nomor Tower	L_o (m)	ΔL (m)	F (kg)
534	528.58	0.102016	440.0477
535	425.33	0.082089	440.0477
536	430.55	0.083096	440.0477
540	430.41	0.083069	440.0477
541	378.62	0.073074	440.0477
542	181.76	0.03508	440.0477

- **Beban Angin**

Pengaruh kekuatan hembus angin di Indonesia diukur sebesar 40 kg/m². Dengan WDS pada Tabel 4.21, maka didapat beban angin pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Gaya Penghantar Akibat Angin

Nomor Tower	WDS (m)	A (m ²)	F (kg)
534	440	12.67	506.88
535	440	12.67	506.88
536	440	12.67	506.88
540	430	12.38	495.36
541	437.58	12.60	504.09
542	330.52	9.52	380.76

Sedangkan untuk gaya angin yang mengenai badan tower, beban angin dihitung sebagai berikut.

Beban angin = $C_x P \times S$

C = koefisien pembebanan = 0.9

P = Tekanan angin = 25 kg/m²

S = Luas Permukaan

Luas permukaan untuk tower 500 kV adalah sebagai berikut pada Tabel 4.25. Luas permukaan struktur tower ini diasumsikan sama antara 1 tipe tower dengan tower lainnya karena tidak ada data pasti struktur tower.

Tabel 4.25 Luas Permukaan pada Tower 500kV

Titik	S (m ²)
1	1.29
2	4.97
3	6.37
4	5.48
5	8.24
6	5.72
7	6.14

8	6.13
9	8.67

(sumber: Adhi Kusnadi, 2008)

Sehingga dari data di atas didapatkan beban angin yang terjadi pada tower sebagai berikut pada Tabel 4.26. beban angin ini dianggap searah dengan tarikan penghantar karena menyebabkan gaya tekan yang besar pada pondasi.

Tabel 4.26 Beban Angin pada Tower 500kV

Titik	C	P (kg/m2)	S (m2)	Beban Angin (kg)
1	0.9	25	1.29	29.025
2			4.97	111.825
3			6.37	143.325
4			5.48	123.3
5			8.24	185.4
6			5.72	128.7
7			6.14	138.15
8			6.13	137.925
9			8.67	195.075
Total				1192.725

Berdasarkan peraturan teknis tower transmisi PT.PLN, kombinasi pembebanan pada perhitungan gaya horizontal ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi hanya ada angin
 $\Sigma H = 1192.725 \text{ kg}$
2. Kondisi tidak ada angin dan 2 kabel penghantar putus
Tower berada dalam kondisi stabil dari gaya tarikan penghantar karena gaya tarikan kabel ini saling menghilangkan. Tower dianggap mengalami kegagalan atau keruntuhan ketika kabel penghantar putus. Namun pondasi harus direncanakan untuk dapat menahan gaya

tarikan kabel ketika 2 pasang kabel terputus. Sehingga gaya horizontal yang terjadi adalah

$$\begin{aligned}\Sigma H &= 2 \times 2 \times \text{gaya tarikan kabel} \\ &= 4 \times 440.0477 \\ &= 1760.19 \text{ kg}\end{aligned}$$

3. Saat angin searah dengan gaya tarikan kabel
Dalam perencanaan ini tidak terdapat data arah angin, sehingga terdapat 2 kemungkinan yaitu angin berhembus searah dan tegak lurus dengan gaya tarikan kabel.

$$\begin{aligned}\Sigma H &= 4 \times \text{gaya tarikan kabel} + \text{beban angin} \\ &= 4 \times 440.0477 + 1192.725 \\ &= 2952.91 \text{ kg}\end{aligned}$$

4. Saat angin tegak lurus arah gaya tarikan kabel

$$\begin{aligned}\Sigma H_{T534} &= \text{beban angin yang mengenai struktur tower} \\ &\quad + \text{gaya pada penghantar akibat angin} \\ &= 1192.725 + 2 \times 3 \times 2 \times 506.88 \\ &= 7275.285 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma H_{T536} &= \text{beban angin yang mengenai struktur tower} \\ &\quad + \text{gaya pada penghantar akibat angin} \\ &= 1192.725 + 2 \times 3 \times 2 \times 506.88 \\ &= 7275.285 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma H_{T540} &= \text{beban angin yang mengenai struktur tower} \\ &\quad + \text{gaya pada penghantar akibat angin} \\ &= 1192.725 + 2 \times 3 \times 2 \times 495.36 \\ &= 7137.045 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma H_{T542} &= \text{beban angin yang mengenai struktur tower} \\ &\quad + \text{gaya pada penghantar akibat angin} \\ &= 1192.725 + 2 \times 3 \times 2 \times 380.76 \\ &= 5761.845 \text{ kg}\end{aligned}$$

4.5. Perhitungan Pondasi

Tipe pondasi yang biasa digunakan di pekerjaan pondasi khususnya untuk pondasi tower transmisi adalah berupa pondasi

telapak/ dangkal dan pondasi dalam *strauss pile/bore pile* atau tiang pancang. Pondasi ini direncanakan untuk menahan beban tetap berupa tekan yang diakibatkan tower transmisi serta beban tidak tetap berupa beban angin. Pondasi telapak pada umumnya didesain untuk menerima beban tekan. Namun pada perencanaan ini pondasi telapak juga harus dapat menahan beban tarik senilai yang sudah ditentukan. Kemampuan tarik dari pondasi telapak ini sebesar berat tanah di atas struktur pondasi dan berat pondasi itu sendiri.

4.5.1. Perhitungan Pondasi di T534

Di lokasi T534 akan direncanakan pondasi berdasarkan hasil pengujian sondir. Di lokasi ini tidak dapat direncanakan pondasi dangkal karena data yang terbatas. Selain itu, dari hasil pengujian sondir di T534, diketahui bahwa pada kedalaman 1,5-2 meter sudah berupa tanah keras. Hal ini menyebabkan sulit untuk menggunakan pondasi telapak di lokasi ini. Sehingga untuk perencanaan pondasi di T534 direncanakan *strauss pile/ bore pile*. Untuk analisa daya dukung tanah, data sondir yang digunakan adalah data sondir yang paling kritis diantara beberapa hasil pengujian sondir tersebut. Perhitungan daya dukung tanah dengan hasil pengujian sondir dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Daya Dukung T534 Berdasarkan Data Sondir

No	Diameter (cm)	Kedalaman (m)	Ptekan ijin (ton)	Ptarik ijin (ton)
1	50	2.20	84.51	33.69
2	60	2.20	112.18	34.25
3	80	2.20	182.13	34.94

Selain merencanakan kapasitas tekan dan tarik, diperlukan juga kontrol lateral pondasi.

H_u = kapasitas beban lateral

e = jarak antara gaya H dengan muka tanah, diasumsikan = 0

d = diameter tiang pondasi

L = kedalaman tiang pondasi

$$\frac{H}{9C_u d^2} = \sqrt{2} \sqrt{\left(\frac{L}{d^2}\right) + 2\frac{e}{d}\frac{L}{d} + \left(\frac{2e^2}{d^2} + \frac{3e}{d} + \frac{9}{4}\right) - \left(\frac{L}{d} + \frac{2e}{d} + 1,5\right)}$$

Dengan cara coba-coba, didapatkan kedalaman pondasi sebagai berikut pada Tabel 4.28

Tabel 4.28 Kedalaman yang Diperlukan untuk Menerima Beban Lateral pada Pondasi di T534

Diameter (cm)	Kedalaman (cm)		Hu (kg)	H yang bekerja	Ket.	Kedalaman perlu (cm)
50	220	2.16241	2632.189	1818.82	OK	220
60	220	2.14994	3768.493		OK	220
80	220	2.13746	6660.678		OK	220

Dari perhitungan di atas, didapatkan perencanaan pondasi diameter 50 cm, 60 cm, dan 80 cm dengan kedalaman 2,2 meter. Dengan diameter yang berbeda-beda, kedalaman pondasi yang diperlukan sama sehingga agar lebih efisien lebih baik digunakan pondasi dengan diameter yang kecil yaitu 50 cm. Sehingga pondasi yang digunakan untuk tower tipe AA di T534 adalah *strauss pile/ bore pile* diameter 50 cm dengan kedalaman 2,2 meter.

Perhitungan pile cap

Direncanakan dimensi pile cap 1m x 1m x 0,5m

Direncanakan spek material: beton 30 Mpa; Tulangan 420 Mpa

ϕP_n 845,1 kN

P_u 580 kN

$$d = 500 - 75 - 20 = 405$$

$$V_u = P_u - 1,2 \cdot 25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5 = 580 - 15 = 565 \text{ kN}$$

Kekuatan geser beton

$$\phi V_c = 0,75 \sqrt{f'_c} b_o d = 0,75 \sqrt{30} \cdot 1000 \cdot 905 = 1663,7 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 1663,7 \text{ kN} > V_u = 565 \text{ kN} \rightarrow OK$$

Geser pons

$$a_1 = c_1 + d = 0,5 + 0,405 = 0,905m$$

$$b_1 = c_1 + d = 0,5 + 0,405 = 0,905m$$

$$U = 2x(a_1 + b_1) = 2x1,81 = 3,62m$$

$$P_{u,punch} = P_u + W_u - P_{pile,inside \frac{d}{2}}$$

$$= 580 + 1,2.25.0,905.0,905 = 604,57kN$$

$$\tau_u = \frac{P_{u,punch}}{U \cdot d} = \frac{604,57 \cdot 10^3}{3620 \cdot 905} = 0,184 Mpa$$

Kapasitas geser 2 arah harus memenuhi nilai berikut

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} U d = 0,57 \lambda \sqrt{f'c} U d$$

$$V_c = 0,083 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{U} \right) \lambda \sqrt{f'c} U d = 0,54 \lambda \sqrt{f'c} U d$$

$$V_c = 0,33 \lambda \sqrt{f'c} U d = 0,33 \lambda \sqrt{f'c} U d \rightarrow \text{minimum}$$

$$V_c = 0,33 \lambda \sqrt{f'c} U d = 2649,95kN > 604,57kN$$

$$\text{Atau } \tau_c = 0,33 \sqrt{f'c} = 1,81 Mpa > \tau_u = 0,184 Mpa$$

Desain tulangan

$$M_u = n P_u X - W_u X = 580.0,25 - 1,2.25.1.0,25 = 137,5 kNm$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{137,5 \cdot 10^6}{0,9.1000.405^2} = 0,93 Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'c} = \frac{420}{0,85.30} = 16,47$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.16,47.0,93}{420}} \right)$$

$$= 0,002256$$

$$A_s = \rho b d = 0,002256.1000.405 = 913,68mm^2$$

Maka digunakan 12D10 dengan luasan total 942mm²

Perhitungan tulangan transversal

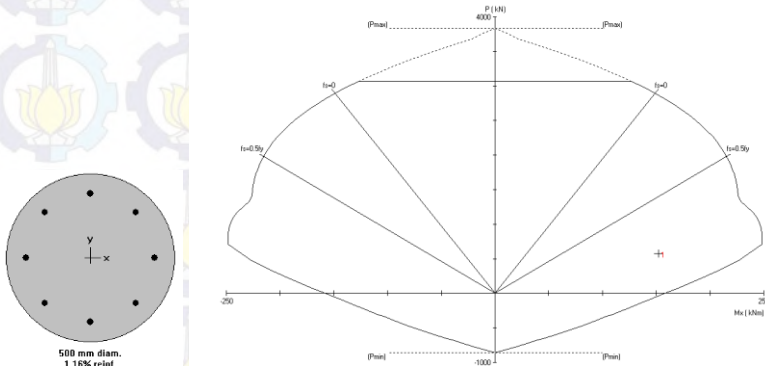
Kekuatan rencana 845,1 kN

Direncanakan diameter pile 50cm dengan kedalaman 2,2 m

F'_c 30 Mpa; F_y 420 Mpa

Tulangan 8D19

Dengan hasil analisa kolom pada Gambar 4.35 menunjukkan bahwa konfigurasi tulangan *pile* mampu menahan beban.



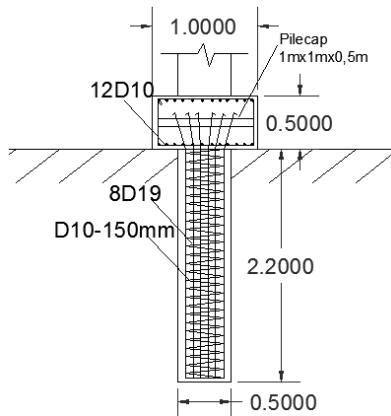
Gambar 4.35 Hasil Analisa Tulangan untuk *Pile* di T534

Perhitungan tulangan geser (tulangan spiral)

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} = 0,45 \left(\frac{195250}{192982,9} - 1 \right) \frac{30}{420} = 0,00037$$

$$\rho_s = \frac{4\alpha_s(D_c - d_b)}{sD_c^2} = \frac{4\alpha_s(400 - 13)}{100 \cdot 400^2}, \alpha_s = 57,3 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan sengkang D10-100mm



Gambar 4.36 Pondasi Dalam di T534

4.5.2. Perhitungan Pondasi di T536

Terdapat 2 pengujian tanah di T536, yaitu SPT dan sondir. Sehingga perencanaan pondasi bored pile di lokasi ini harus memperhatikan kedua pengujian tersebut untuk dibandingkan mana yang lebih kritis.

- Pondasi telapak

$$q_{ult} = \left(1 - 0,2 \frac{B}{L}\right) \gamma \frac{B}{2} N_{\gamma} + \left(1 + 0,2 \frac{B}{L}\right) c N_c + \gamma D N_q$$

Direncanakan:

ukuran kolom pondasi 0.5x0.5 m

kedalaman pondasi 2m

ukuran tapak 3x3m

tebal tapak 1m

$$q_{ult} = \left(1 - 0,2 \frac{2}{2}\right) 1990 \cdot \frac{2}{2} \cdot 0,5 + \left(1 + 0,2 \frac{2}{2}\right) 5410 \cdot 8,4 + 1910 \cdot 4,2,5$$

$$q_{ult} = 995 + 45444 + 19100$$

$$q_{ult} = 65539 \quad \text{kg} = 655.39 \text{ KN}$$

daya dukung tarik pondasi

berat tanah 28650

berat pondasi 12000

total daya dukung 40650 kg = 406.5 KN

Perhitungan tulangan geser pons

Direncanakan spek material: beton 30 Mpa

Tulangan 420 Mpa

$$q_u = \frac{580}{2 \times 2} = 145 \frac{kN}{m^2}$$

$$V_u = q_u b \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d \right) = 145.2 \left(\frac{2}{2} - \frac{0.5}{2} - d \right)$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 2000 \cdot d$$

$$V_u = \phi V_c = 0.75 \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30} \cdot 2000 \cdot d$$

$$\text{Maka, } 145.2 \left(\frac{2}{2} - \frac{0.5}{2} - d \right) = 0.75 \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30} \cdot 2000 \cdot d ; d_{min} = 0.131 \text{ m}$$

Dengan h=1 meter, $d = 1000 - 75 - 20 = 905 \text{ mm}$

$$V_u = 145(2.2 - (0.5 + d)(0.5 + d))$$

$$= 145(4 - (0.5 + 0.905)(0.5 + 0.905))$$

$$= 293,766 \text{ kN}$$

$$\beta = \frac{500}{500} = 1 ; \alpha s = 40$$

$$b_0 = 2(0.5 + 0.905) + 2(0.5 + 0.905) = 5.62 \text{ m}$$

Cek kapasitas geser

$$1. \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{1} \right) = 0.5$$

$$2. \frac{1}{12} \left(\frac{\alpha s \cdot d}{b_0} + 2 \right) = \frac{1}{12} \left(\frac{40 \cdot 0.905}{5.62} + 2 \right) = 0.703$$

$$3. \frac{1}{3} = 0.333 \rightarrow \text{kontrol}$$

$$V_c = 0.3 \sqrt{f'c} b_0 \cdot d = 0.333 \sqrt{30} \cdot 5.620 \cdot 0.905 = 9276.62 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,75.9276,62 = 6957,46 \text{ kN} > V_u = 293,766 \text{ kN}$$

Desain tulangan

$$b=2\text{m}; h=1\text{m}; d=1000-75-20/2=915\text{mm}$$

$$M_u = 145.2.0,5. (2 - 0,5). \frac{(2 - 0,5)0,5}{2} = 81,56 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{81,56 \times 10^6}{0,9.2000.915^2} = 0,034 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85.f'_c} = \frac{420}{0,85.30} = 16,47$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.16,47.0,034}{420}} \right)$$

$$= 0,000081$$

$$A_s = \rho b d = 0,000081.2000.915 = 148,24 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = 0,0018bh = 0,0018.2000.1000 = 3600 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan 10D22 dengan $A_s = 3799,4 \text{ mm}^2 > 3600 \text{ mm}^2$

Jarak antar tulangan

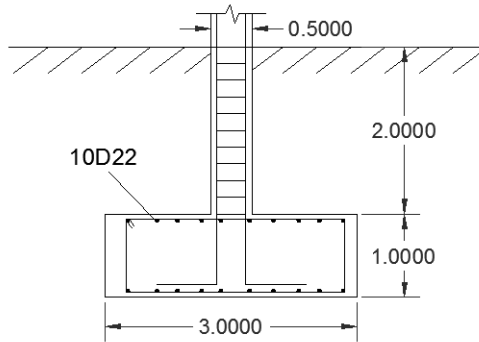
$$s = \frac{2000 - 75.2 - 10.22}{9} = 181,11 \text{ mm}$$

Jarak maksimum

$$1. \quad 3h = 3.1000 = 3000 \text{ mm}$$

$$2. \quad 450 \text{ mm}$$

Maka digunakan jarak $s = 180 \text{ mm}$. Sehingga geser pons pada pondasi telapak di T536 adalah 10D22-180mm



Gambar 4.37 Dimensi Pondasi Telapak pada T536

Namun karena dimensi pondasi tapak relatif besar dan cukup dalam, maka direncanakan pula pondasi dalam yang kemudian akan dibandingkan mana yang lebih efisien antara pondasi dangkal dan pondasi dalam.

- Pondasi bored pile berdasarkan data SPT

$$Q_l = 40 \cdot N \cdot A_p + \left(\frac{A_s N_{av}}{5} \right)$$

Tabel perhitungan daya dukung tanah dengan data SPT terlampir (Lampiran 7). Sedangkan untuk rekap perhitungan daya dukung tanahnya dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Daya Dukung T536 Berdasarkan Data SPT

No	Diameter (cm)	Kedalaman (m)	Ptekan ijin (ton)	Ptarik ijin (ton)
1	30	4.50	94.17	39.46
2	40	4.00	125.73	38.33
3	50	3.50	139.94	32.40
4	60	3.50	196.34	38.88
5	80	3.00	234.70	32.36

- Pondasi bored pile berdasarkan data sondir

Perhitungannya daya dukung tanah dengan hasil pengujian sondir dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Daya Dukung T536 Berdasarkan Data Sondir

No	Diameter (cm)	Kedalaman (m)	Ptekan ijin (ton)	Ptarik ijin (ton)
1	50	4.40	60.02	61.67
2	60	3.80	62.22	97.69
3	80	3.20	64.17	63.76

Untuk kedalaman bored pile, digunakan kedalaman yang paling kritis antara hasil perhitungan sondir dan SPT. Pada T536, diameter 30 cm dan 40 cm berturut turut memiliki kedalaman 4,50 meter dan 4,00 meter. Sedangkan untuk diameter 50, 60 dan 80 cm memerlukan kedalaman berdasarkan data sondir yaitu 4,40 meter, 3,80 meter, dan 3,20 meter. Selain itu dihitung kapasitas lateral pondasinya seperti pada Tabel 4.31. Berdasarkan Tabel 4.31, pondasi dengan diameter 50, 60, dan 80 cm sudah mampu menahan beban lateral dengan kedalaman yang sudah disebutkan sebelumnya. Sedangkan untuk pondasi dengan diameter kecil yaitu diameter 30 cm dan 40 cm perlu ada perubahan kedalaman pondasi untuk bisa menahan beban lateral.

Tabel 4.31 Kedalaman yang Diperlukan untuk Menerima Beban Lateral pada Pondasi di T536

Diameter (cm)	Kedalaman (cm)		Hu (kg)	H yang bekerja	Ket.	Kedalaman perlu (cm)
50	440	2.202726	2681.268	1818.82	OK	440
60	380	2.170509	3804.556		OK	380
80	320	2.144761	6683.419		OK	320
30	450	2.345208	1027.694		NOT OK	920
40	400	2.236068	1741.986		NOT OK	770

Dari perhitungan di atas, didapatkan perencanaan pondasi diameter 30 cm dan 40 cm berturut turut memiliki kedalaman 4,50 meter dan 4,00 meter. Sedangkan untuk diameter 50, 60 dan 80 cm memerlukan kedalaman berdasarkan data sondir yaitu 4,40 meter, 3,80 meter, dan 3,20 meter. Pelaksanaan di lapangan akan mudah apabila galian dilakukan dengan diameter galian lebih lebar atau kedalaman yang lebih dangkal. Sehingga pondasi yang digunakan untuk tower tipe AA di T536 adalah *strauss pile/ bore pile* diameter 80 cm dengan kedalaman 3,2 meter.

Perhitungan pile cap

Direncanakan dimensi pile cap 1,6m x 1,6m x 0,5m

Direncanakan spek material: beton 30 Mpa; Tulangan 420 Mpa

ϕP_n 641,7 kN

P_u 580 kN

$$d = 500 - 75 - 20 = 405$$

$$V_u = P_u - 1,25 \cdot 1,6 \cdot 1,6 \cdot 0,5 = 580 - 38,4 = 541,6 \text{ kN}$$

Kekuatan geser beton

$$\phi V_c = 0,75 \sqrt{f'c} b_o d = 0,75 \sqrt{30} \cdot 1600 \cdot 405 = 2661,93 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 2661,93 \text{ kN} > V_u = 541,6 \text{ kN} \rightarrow OK$$

Geser pons

$$a_1 = c_1 + d = 0,5 + 0,405 = 0,905 \text{ m}$$

$$b_1 = c_1 + d = 0,5 + 0,405 = 0,905 \text{ m}$$

$$U = 2x(a_1 + b_1) = 2x1,81 = 3,62 \text{ m}$$

$$P_{u,punch} = P_u + W_u - P_{pile, inside \frac{d}{2}} \\ = 580 + 1,25 \cdot 0,905 \cdot 0,905 = 604,57 \text{ kN}$$

$$\tau_u = \frac{P_{u,punch}}{U \cdot d} = \frac{604,57 \cdot 10^3}{3620 \cdot 405} = 0,412 \text{ Mpa}$$

Kapasitas geser 2 arah harus memenuhi nilai berikut

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} U d = 0,57 \lambda \sqrt{f'c} U d$$

$$V_c = 0,083 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{U} \right) \lambda \sqrt{f'c} U d = 0,54 \lambda \sqrt{f'c} U d$$

$$V_c = 0,33 \lambda \sqrt{f'c} U d = 0,33 \lambda \sqrt{f'c} U d \rightarrow \text{minimum}$$

$$V_c = 0,33 \lambda \sqrt{f'c} U d = 2649,95 \text{ kN} > 604,57 \text{ kN}$$

$$\text{Atau } \tau_c = 0,33 \sqrt{f'c} = 1,81 \text{ Mpa} > \tau_u = 0,412 \text{ Mpa}$$

Desain tulangan

$$M_u = n P_u X - W_u X = 580.0,25 - 1,2.25.1,6.0,4 = 125,8 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{125,8.10^6}{0,9.1600.405^2} = 0,533 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'c} = \frac{420}{0,85.30} = 16,47$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.16,47.0,533}{420}} \right)$$

$$= 0,00128$$

$$A_s = \rho b d = 0,00128.1600.405 = 831 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan 11D10 dengan luasan total 863,5mm²

Perhitungan tulangan transversal

Kekuatan rencana 641,7 kN

Direncanakan diameter pile 80cm dengan kedalaman 3,2 m

F'c 30 Mpa; Fy 420 Mpa

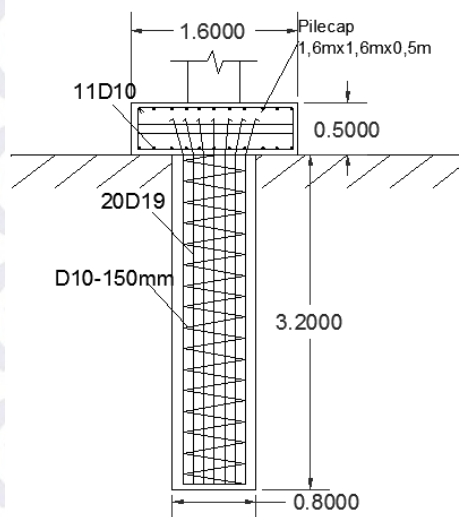
Tulangan 20D19

Dengan hasil analisa kolom pada Gambar 4.38 menunjukkan bahwa konfigurasi tulangan *pile* mampu menahan beban.


$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} = 0,45 \left(\frac{195250}{192982,9} - 1 \right) \frac{30}{420} = 0,00037$$

$$\rho_s = \frac{4\alpha_s(D_c - d_b)}{sD_c^2} = \frac{4\alpha_s(400 - 13)}{100 \cdot 400^2}, \alpha_s = 57,3 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan sengkang D10-100mm



Gambar 4.39 Pondasi Dalam di T536

4.5.3. Perhitungan Pondasi di T540

Pengujian daya dukung tanah yang dilaksanakan di lokasi ini hanya pengujian sondir. Pengujian sondir ini dilakukan di beberapa titik. Untuk analisa daya dukung tanah, data sondir yang digunakan adalah data sondir yang paling kritis diantara beberapa hasil pengujian sondir tersebut. Perhitungan daya dukung tanah dengan hasil pengujian sondir dapat dilihat pada Tabel 4.32. sedangkan untuk kontrol kapasitas lateralnya pada Tabel 4.33.

Tabel 4.32 Daya Dukung T540 Berdasarkan Data Sondir

No	Diameter (cm)	Kedalaman (m)	Ptekan ijin (ton)	Ptarik ijin (ton)
1	30	11.40	58.95	70.14
2	40	7.40	58.06	61.17
3	50	5.80	60.14	50.22
4	60	5.00	59.31	37.77
5	80	4.80	80.83	35.31

Tabel 4.33 Kedalaman yang Diperlukan untuk Menerima Beban Lateral pada Pondasi di T540

Diameter (cm)	Kedalaman (cm)		Hu (kg)	H yang bekerja	Ket.	Kedalaman perlu (cm)
30	1140	2.6520432	1162.152	1784.261	NOT OK	-
40	740	2.3291629	1814.511		OK	740
50	580	2.2280036	2712.037		OK	580
60	500	2.1858128	3831.38		OK	500
80	480	2.1563859	6719.643		OK	480

Di lokasi T540 tidak disarankan menggunakan pondasi dengan diameter 30 cm karena untuk dapat menerima beban lateral pondasi dengan diameter 30 cm memerlukan kedalaman pondasi yang sangat dalam yaitu lebih dari 11,4 meter. Lalu dari perhitungan di atas, didapatkan perencanaan pondasi diameter 30 cm, 40 cm, 50 cm, dan 80 cm berturut turut memiliki kedalaman 7,40 meter, 5,80 meter, 5 meter, dan 4,80 meter. Pelaksanaan di lapangan akan mudah apabila galian dilakukan dengan diameter

galan lebih lebar atau kedalaman yang lebih dangkal. Sehingga pondasi yang digunakan untuk tower tipe AA di T536 adalah *strauss pile/ bore pile* diameter 80 cm dengan kedalaman 4,80 meter.

Perhitungan pile cap

Direncanakan dimensi pile cap 1,6m x 1,6m x 0,5m

Direncanakan spek material: beton 30 Mpa; Tulangan 420 Mpa

ϕP_n 808,3 kN

P_u 580 kN

$$d = 500 - 75 - 20 = 405$$

$$V_u = P_u - 1,2 \cdot 25 \cdot 1,6 \cdot 1,6 \cdot 0,5 = 580 - 38,4 = 541,6 \text{ kN}$$

Kekuatan geser beton

$$\phi V_c = 0,75 \sqrt{f'c} b_o d = 0,75 \sqrt{30} \cdot 1600 \cdot 405 = 2661,93 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 2661,93 \text{ kN} > V_u = 541,6 \text{ kN} \rightarrow OK$$

Geser pons

$$a_1 = c_1 + d = 0,5 + 0,405 = 0,905 \text{ m}$$

$$b_1 = c_1 + d = 0,5 + 0,405 = 0,905 \text{ m}$$

$$U = 2x(a_1 + b_1) = 2x1,81 = 3,62 \text{ m}$$

$$P_{u,punch} = P_u + W_u - P_{pile, inside \frac{d}{2}} \\ = 580 + 1,2 \cdot 25 \cdot 0,905 \cdot 0,905 = 604,57 \text{ kN}$$

$$\tau_u = \frac{P_{u,punch}}{U \cdot d} = \frac{604,57 \cdot 10^3}{3620 \cdot 405} = 0,412 \text{ Mpa}$$

Kapasitas geser 2 arah harus memenuhi nilai berikut

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} U d = 0,57 \lambda \sqrt{f'c} U d$$

$$V_c = 0,083 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{U} \right) \lambda \sqrt{f'c} U d = 0,54 \lambda \sqrt{f'c} U d$$

$$V_c = 0,33 \lambda \sqrt{f'c} U d = 0,33 \lambda \sqrt{f'c} U d \rightarrow \text{minimum}$$

$$V_c = 0,33 \lambda \sqrt{f'c} U d = 2649,95 \text{ kN} > 604,57 \text{ kN}$$

Atau $\tau_c = 0,33\sqrt{f'c} = 1,81 \text{ Mpa} > \tau_u = 0,412 \text{ Mpa}$

Desain tulangan

$$M_u = nP_u X - W_u X = 580.0,25 - 1,2.25.1,6.0,4 = 125,8 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{125,8 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1600 \cdot 405^2} = 0,533 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'c} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,47$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 0,533}{420}} \right) = 0,00128$$

$$A_s = \rho b d = 0,00128 \cdot 1600 \cdot 405 = 831 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan 11D10 dengan luasan total 863,5 mm²

Perhitungan tulangan transversal

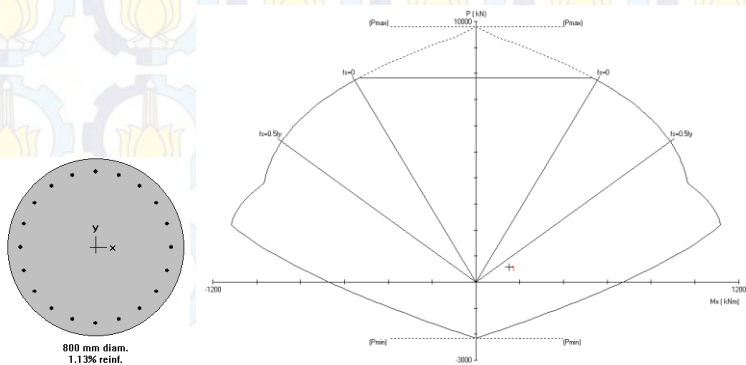
Kekuatan rencana 80,83 kN

Direncanakan diameter pile 80cm dengan kedalaman 4,8 m

F'c 30 Mpa; Fy 420 Mpa

Tulangan 20D19

Dengan hasil analisa kolom pada Gambar 4.40 menunjukkan bahwa konfigurasi tulangan *pile* mampu menahan beban.



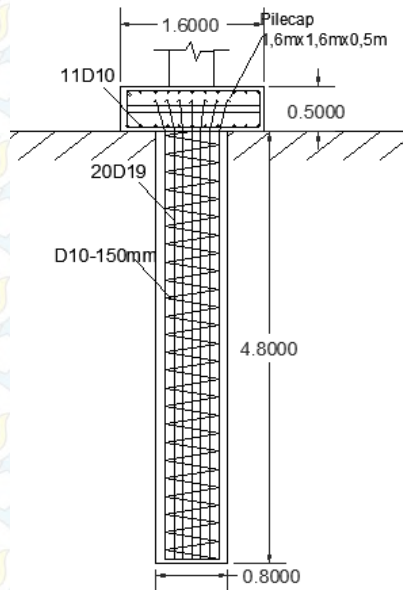
Gambar 4.40 Hasil Analisa Tulangan untuk *Pile* di T540

Perhitungan tulangan geser (tulangan spiral)

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} = 0,45 \left(\frac{195250}{192982,9} - 1 \right) \frac{30}{420} = 0,00037$$

$$\rho_s = \frac{4\alpha_s(D_c - d_b)}{sD_c^2} = \frac{4\alpha_s(400 - 13)}{100.400^2}, \alpha_s = 57,3\text{mm}^2$$

Maka digunakan sengkang D10-100mm



Gambar 4.41 Pondasi Dalam di T540

4.5.4. Perhitungan Pondasi di T542

Terdapat 2 pengujian tanah di T542, yaitu SPT dan sondir. Sehingga perencanaan pondasi bored pile di lokasi ini harus memperhatikan kedua pengujian tersebut untuk dibandingkan mana yang lebih kritis. Selain itu, terdapat data parameter tanah yaitu berat jenis, kohesi, dan sudut geser. Sehingga direncanakan pula pondasi telapak. Dari berbagai perencanaan tersebut

kemudian akan dibandingkan mana yang lebih baik untuk dilaksanakan di lapangan.

- Pondasi telapak

$$q_{ult} = \left(1 - 0,2 \frac{B}{L}\right) \gamma \frac{B}{2} N_{\gamma} + \left(1 + 0,2 \frac{B}{L}\right) c N_c + \gamma D N_q$$

- Direncanakan:

ukuran kolom pondasi 0.5x0.5 m

kedalaman pondasi 3m

ukuran tapak 3x3m

tebal tapak 1 m

$$q_{ult} = \left(1 - 0,2 \frac{3}{1}\right) 1970 \cdot \frac{3}{2} \cdot 1,4 + \left(1 + 0,2 \frac{3}{1}\right) 10430 \cdot 1,1 + 1910 \cdot 3,4$$

$$q_{ult} = 4137 + 114730 + 22920$$

$$q_{ult} = 141787 \text{ kg} = 1417.87 \text{ KN}$$

daya dukung tarik pondasi

berat tanah di atas pondasi 50137.5

berat pondasi 12600

total daya dukung 62737.5kg = 627.375 KN

Perhitungan tulangan geser pons

Direncanakan spek material: beton 30 Mpa

Tulangan 420 Mpa

$$q_u = \frac{890}{3 \times 3} = 98,88 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$V_u = q_u b \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d \right) = 98,88 \cdot 3 \left(\frac{3}{2} - \frac{0,5}{2} - d \right)$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 3000 \cdot d$$

$$V_u = \phi V_c = 0,75 \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30} \cdot 3000 \cdot d$$

Maka, $98,88.3 \left(\frac{3}{2} - \frac{0,5}{2} - d \right) = 0,75. \frac{1}{6}. \sqrt{30}. 3000. d ;$

$d_{min} = 0,157 \text{ m}$

Dengan $h=1$ meter, $d = 1000 - 75 - 20 = 905 \text{ mm}$

$V_u = 98,88(3.3 - (0,5 + d)(0,5 + d))$
 $= 98,88(9 - (0,5 + 0,905)(0,5 + 0,905))$
 $= 694,728 \text{ kN}$

$\beta = \frac{500}{500} = 1 ; \alpha_s = 40$

$b_0 = 2(0,5 + 0,905) + 2(0,5 + 0,905) = 5.62 \text{ m}$

Cek kapasitas geser

1. $\frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{1} \right) = 0,5$

2. $\frac{1}{12} \left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 2 \right) = \frac{1}{12} \left(\frac{40.0.905}{5.62} + 2 \right) = 0,703$

3. $\frac{1}{3} = 0,333 \rightarrow \text{kontrol}$

$V_c = 0,333 \sqrt{f'c} b_0. d = 0,333 \sqrt{30}. 5620. 0,905 = 9276,62 \text{ kN}$

$\phi V_c = 0,75.9276,62 = 6957,46 \text{ kN} > V_u = 694,728 \text{ kN}$

Desain tulangan

$b=4\text{m}; h=1\text{m}; d=1000-75-20/2=915\text{mm}$

$M_u = 98,88.3.0,5. (3 - 0,5). \frac{(3 - 0,5)0,5}{2} = 231,75 \text{ kNm}$

$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{231,75 \times 10^6}{0,9.3000. 915^2} = 0,102 \text{ MPa}$

$m = \frac{R_n}{0,85. f'c} = \frac{420}{0,85.30} = 16,47$

$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.16,47.0,102}{420}} \right)$
 $= 0,000243$

$A_s = \rho b d = 0,000243.3000.915 = 667,98 \text{ mm}^2$

$A_{s,min} = 0,0018 b h = 0,0018.3000.1000 = 5400 \text{ mm}^2$

Maka digunakan 15D22 dengan $A_s = 5699,1\text{mm}^2 > 5400\text{mm}^2$

Jarak antar tulangan

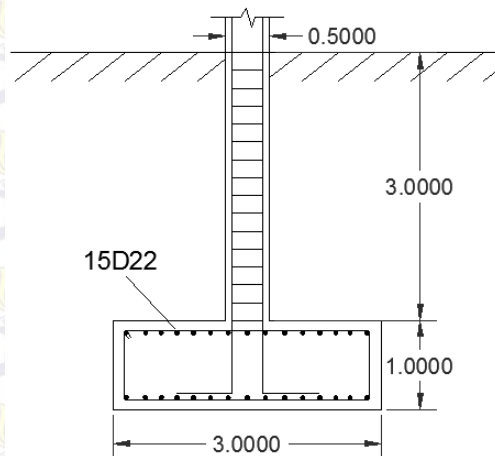
$$s = \frac{3000 - 75.2 - 15.22}{14} = 180\text{mm}$$

Jarak maksimum

1. $3h = 3.1000 = 3000\text{mm}$
2. 450mm

Maka digunakan jarak $s = 180\text{ mm}$

Sehingga geser pons pada pondasi telapak di T542 adalah 15D22-180mm



Gambar 4.42 Dimensi Pondasi Telapak pada T542

Namun karena dimensi pondasi tapak relatif besar dan cukup dalam, maka direncanakan pula pondasi dalam yang kemudian akan dibandingkan mana yang lebih efisien antara pondasi dangkal dan pondasi dalam.

- Pondasi bored pile berdasarkan data SPT

$$Q_l = 40 \cdot N \cdot A_p + \left(\frac{A_s N_{av}}{5} \right)$$

Tabel perhitungan daya dukung tanah dengan data SPT terlampir (Lampiran 7). Sedangkan untuk rekap perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Daya Dukung T542 Berdasarkan Data SPT

No	Diameter (cm)	Kedalaman (m)	Ptekan ijin (ton)	Ptarik ijin (ton)
1	30	9.00	89.69	79.01
2	40	5.00	112.01	54.35
3	50	4.50	160.48	59.30
4	60	4.00	216.07	60.58
5	80	3.00	301.65	51.21

- Pondasi bored pile berdasarkan data sondir

Perhitungan daya dukung tanah dengan hasil pengujian sondir dapat dilihat pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Daya Dukung T542 Berdasarkan Data Sondir

No	Diameter (cm)	Kedalaman (m)	Ptekan ijin (ton)	Ptarik ijin (ton)
1	30	15.4	89.36	119.24
2	40	11.40	90.11	103.89
3	50	9.00	89.12	96.87
4	60	7.60	90.56	88.09
5	80	6.80	94.18	72.47

Untuk kedalaman bored pile, digunakan kedalaman yang paling kritis antara hasil perhitungan sondir dan SPT. Pada T542, kedalaman yang digunakan adalah kedalaman pondasi hasil analisa data sondir. Perbedaan yang jauh antara hasil perhitungan SPT dan sondir ini bisa saja terjadi karena perbedaan jenis tanah pada titik pengujian. Untuk SPT, kebetulan memiliki lapisan tanah yang lebih bagus dibanding di lokasi tempat pengujian

sondir. Lalu untuk kontrol kapasitas lateralnya adalah sebagai berikut pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Kedalaman yang Diperlukan untuk Menerima Beban Lateral pada Pondasi di T542

Diameter (cm)	Kedalaman (cm)		Hu (kg)	H yang bekerja	Ket.	Kedalaman perlu (cm)
30	1540	2.8146442	1233.405	1440.461	NOT OK	-
40	1140	2.4341323	1896.286		OK	1140
50	900	2.2847319	2781.09		OK	900
60	760	2.2186082	3888.865		OK	760
80	640	2.1679483	6755.674		OK	640

Di lokasi T542 tidak disarankan menggunakan pondasi dengan diameter 30 cm karena untuk dapat menerima beban lateral pondasi dengan diameter 30 cm memerlukan kedalaman pondasi yang sangat dalam yaitu lebih dari 15,4 meter. Lalu dari perhitungan di atas, didapatkan perencanaan pondasi diameter 30 cm, 40 cm, 50 cm, dan 80 cm berturut turut memiliki kedalaman 11,4 meter, 9 meter, 7,6 meter, dan 6,4 meter. Pelaksanaan di lapangan akan mudah apabila galian dilakukan dengan diameter galian lebih lebar atau kedalaman yang lebih dangkal. Sehingga pondasi yang digunakan untuk tower tipe AA di T536 adalah *strauss pile/ bore pile* diameter 80 cm dengan kedalaman 6,80 meter.

Perhitungan pile cap

Direncanakan dimensi pile cap 1,6m x 1,6m x 0,5m

Direncanakan spek material: beton 30 Mpa; Tulangan 420 Mpa

ϕP_n 845,1 kN

Pu 890 kN

$$d = 500 - 75 - 20 = 405$$

$$V_u = P_u - 1,2 \cdot 25 \cdot 1,6 \cdot 1,6 \cdot 0,5 = 890 - 38,4 = 851,6 \text{ kN}$$

Kekuatan geser beton

$$\phi V_c = 0,75\sqrt{f'_c}b_o d = 0,75\sqrt{30} \cdot 1600 \cdot 405 = 2661,93 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 2661,93 \text{ kN} > V_u = 851,6 \text{ kN} \rightarrow OK$$

Geser pons

$$a_1 = c_1 + d = 0,5 + 0,405 = 0,905 \text{ m}$$

$$b_1 = c_1 + d = 0,5 + 0,405 = 0,905 \text{ m}$$

$$U = 2x(a_1 + b_1) = 2x1,81 = 3,62 \text{ m}$$

$$P_{u,punch} = P_u + W_u - P_{pile, inside \frac{d}{2}} \\ = 890 + 1,225 \cdot 0,905 \cdot 0,905 = 865,43 \text{ kN}$$

$$\tau_u = \frac{P_{u,punch}}{U \cdot d} = \frac{865,43 \cdot 10^3}{3620 \cdot 405} = 0,59 \text{ Mpa}$$

Kapasitas geser 2 arah harus memenuhi nilai berikut

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'_c} U d = 0,57 \lambda \sqrt{f'_c} U d$$

$$V_c = 0,083 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{U} \right) \lambda \sqrt{f'_c} U d = 0,54 \lambda \sqrt{f'_c} U d$$

$$V_c = 0,33 \lambda \sqrt{f'_c} U d = 0,33 \lambda \sqrt{f'_c} U d \rightarrow \text{minimum}$$

$$V_c = 0,33 \lambda \sqrt{f'_c} U d = 2649,95 \text{ kN} > 865,43 \text{ kN}$$

$$\text{Atau } \tau_c = 0,33 \sqrt{f'_c} = 1,81 \text{ Mpa} > \tau_u = 0,59 \text{ Mpa}$$

Desain tulangan

$$M_u = n P_u X - W_u X = 890 \cdot 0,25 - 1,225 \cdot 1,6 \cdot 0,4 = 203,3 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} = \frac{203,3 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1600 \cdot 405^2} = 0,86 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,47$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 0,86}{420}} \right) \\ = 0,00209$$

$$A_s = \rho b d = 0,00209 \cdot 1600 \cdot 405 = 1354,32 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan 12D12 dengan luasan total 1356,48 mm²

Perhitungan tulangan transversal

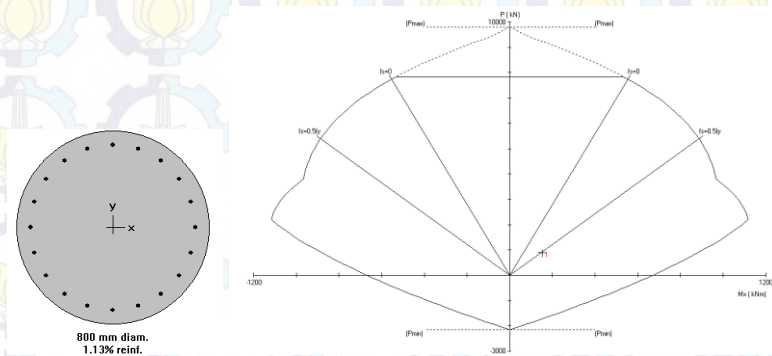
Kekuatan rencana 941,8 kN

Direncanakan diameter pile 80cm dengan kedalaman 6,8 m

F'c 30 Mpa; Fy 420 Mpa

Tulangan 20D19

Dengan hasil analisa kolom pada Gambar 4.43 menunjukkan bahwa konfigurasi tulangan *pile* mampu menahan beban.



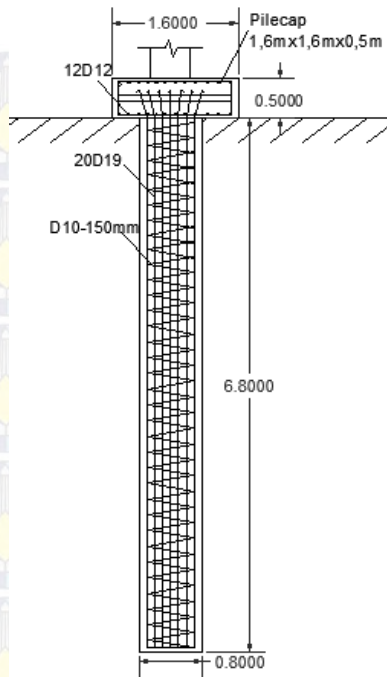
Gambar 4.43 Hasil Analisa Tulangan untuk *Pile* di T542

Perhitungan tulangan geser (tulangan spiral)

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} = 0,45 \left(\frac{195250}{192982,9} - 1 \right) \frac{30}{420} = 0,00037$$

$$\rho_s = \frac{4\alpha_s(D_c - d_b)}{sD_c^2} = \frac{4\alpha_s(400 - 13)}{150.400^2}, \alpha_s = 57,3\text{mm}^2$$

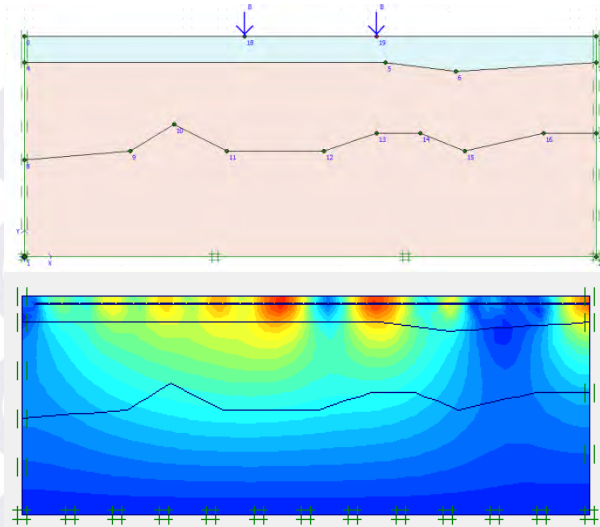
Maka digunakan sengkang D10-100mm



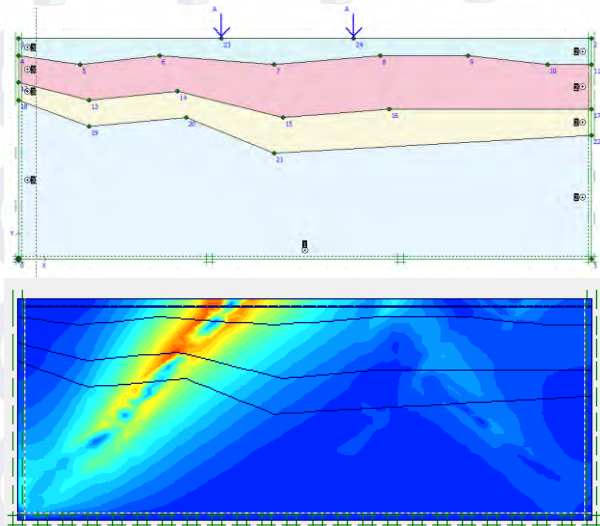
Gambar 4.44 Pondasi Dalam di T542

4.6. Analisa Stabilitas Tanah

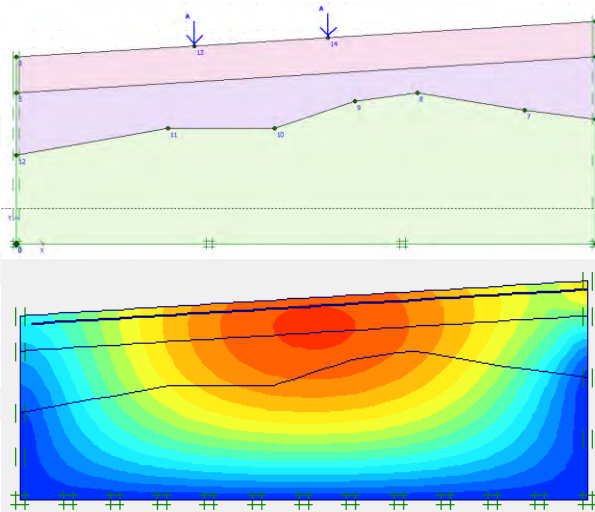
Stabilitas tanah dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Untuk mengetahui stabilitas tanah berdasarkan faktor internal, diperlukan geometri dan parameter tanah. Data yang diperlukan dalam analisa stabilitas tanah pada perencanaan ini adalah parameter tanah seperti berat jenis, kohesi, dan sudut geser. Selain itu diperlukan potongan tanah untuk mendapatkan kemiringan tanah serta beban yang terjadi. Lalu dari data-data tersebut dimodelkan dengan program bantu plaxis. Dari hasil analisa kestabilan tanah ini didapatkan ilustrasi deformasi tanah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.45, Gambar 4.46, Gambar 4.47, dan Gambar 4.48.



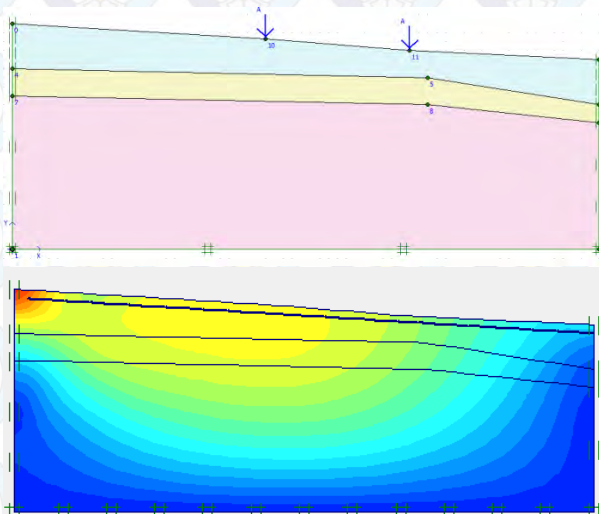
Gambar 4.45 Hasil Analisa Stabilitas Tanah di T534



Gambar 4.46 Hasil Analisa Stabilitas Tanah di T536



Gambar 4.47 Hasil Analisa Stabilitas Tanah di T540



Gambar 4.48 Hasil Analisa Stabilitas Tanah di T542

Dari ke-4 kondisi di atas, angka keamanan dari stabilitas tanah lebih dari 1,5 ($SF > 1,5$ menandakan stabil). Oleh karena itu tidak diperlukan perkuatan tanah pada lokasi tersebut.

Lalu untuk mengetahui kestabilan tanah akibat pengaruh eksternal, dilakukan perhitungan pergerakan horizontal pondasi. Dari hasil perhitungan pondasi bored pile, didapatkan kedalaman pondasi yang diperlukan yang kemudian dikorelasikan dengan Tabel 4.9. Berikut rekap perhitungan untuk batas pergerakan horizontal seperti pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Pergerakan Horizontal Pondasi

Titik	Kedalaman pondasi (cm)	$0,01 \cdot h$ (cm)	δ (pergeseran horizontal – cm)	Ket.
T534	220	2.2	0.61	OK
T536	320	3.2	1.09	OK
T540	480	4.8	1.41	OK
T542	640	6.4	1.60	OK

Berdasarkan perhitungan pergerakan horizontal pondasi pada Tabel 4.33, dapat disimpulkan bahwa pergerakan horizontal yang terjadi masih memenuhi syarat maksimum pergerakan tanah. Sehingga tanah masih stabil dari pengaruh eksternal, dalam hal ini adalah pergerakan tanah akibat gempa.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

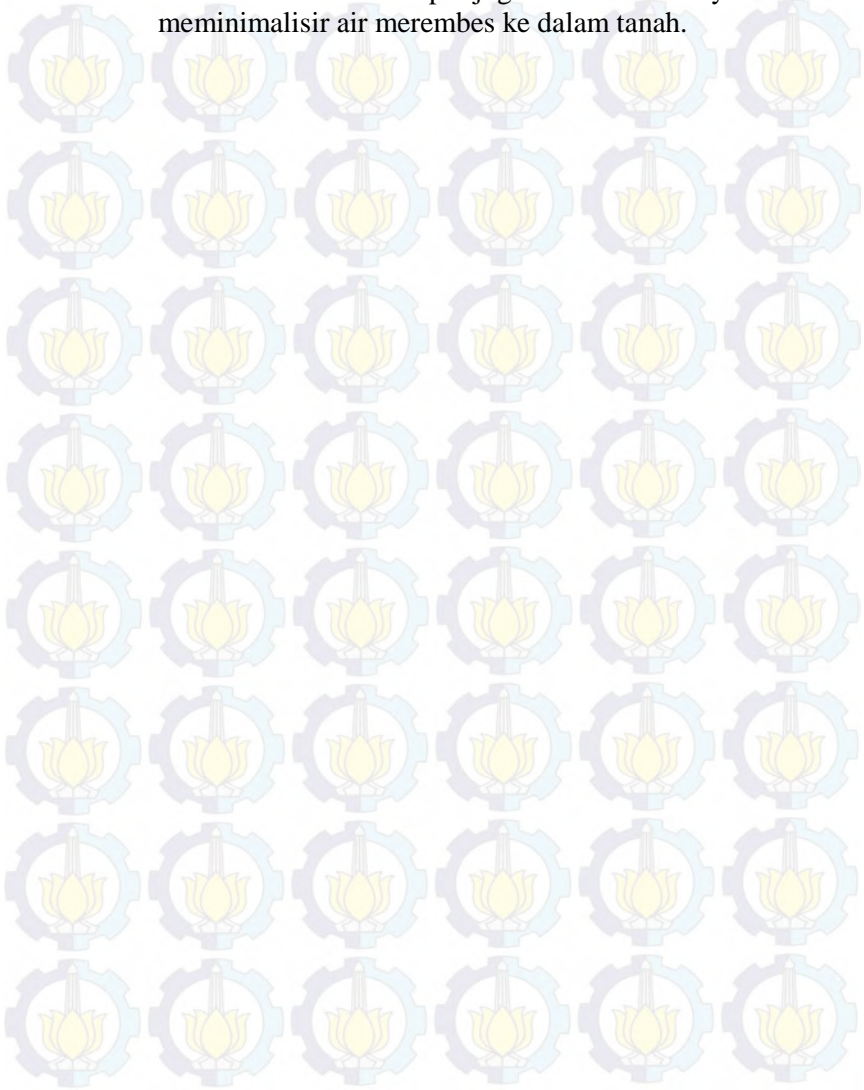
1. Karakteristik tanah di lokasi T.534-536 dan T.540-542 pada Jalur Transmisi Ungaran-Mandirancan II didapatkan dari beberapa pengujian tanah, diantaranya pengujian bor dalam, geolistrik, geoseismik, mikrotremor, dan uji lab XRD. Secara umum jenis lapisan tanah di lokasi perencanaan berupa tanah lempung. Berdasarkan hasil geolistrik, tanah lempung di lokasi ini didominasi oleh tanah yang memiliki tingkat korosi tinggi dan sangat tinggi. Analisa HSVR pada pengujian mikrotremor menunjukkan tanah bersifat elastoplastis yang menandakan tingkat kerentanan tanahnya relatif stabil kecuali T536. T536 memiliki resiko terjadi crack dan penurunan yang besar dibanding titik lain. Sedangkan untuk hasil analisa kembang susut tanah, didapatkan bahwa sifat ekspansif tanah di seluruh lokasi tower rencana adalah tinggi.
2. Untuk perencanaan pondasi tower transmisi ini bergantung pada tipe tower dan data pengujian tanah. Tipe tower akan mempengaruhi beban pada masing-masing pondasi. Seluruh tower rencana menggunakan tipe AA kecuali T542 yang menggunakan tipe CC. Untuk tipe tower AA di T534 direncanakan pondasi diameter 50 cm dengan kedalaman 2,2 meter. Tower tipe AA di T536 direncanakan pondasi diameter 80 cm dengan kedalaman 3,2 meter. Tipe tower AA di T540 direncanakan pondasi diameter 80 cm dengan kedalaman 4,8 meter. Sedangkan untuk tipe tower CC di T542 direncanakan pondasi diameter 80 cm dengan kedalaman 6,80 meter.
3. Analisa stabilitas tanah dimodelkan dengan program bantu plaxis dan menunjukkan angka keamanan lebih dari 1,5. Hal ini menunjukkan bahwa tanah di sekitar tower

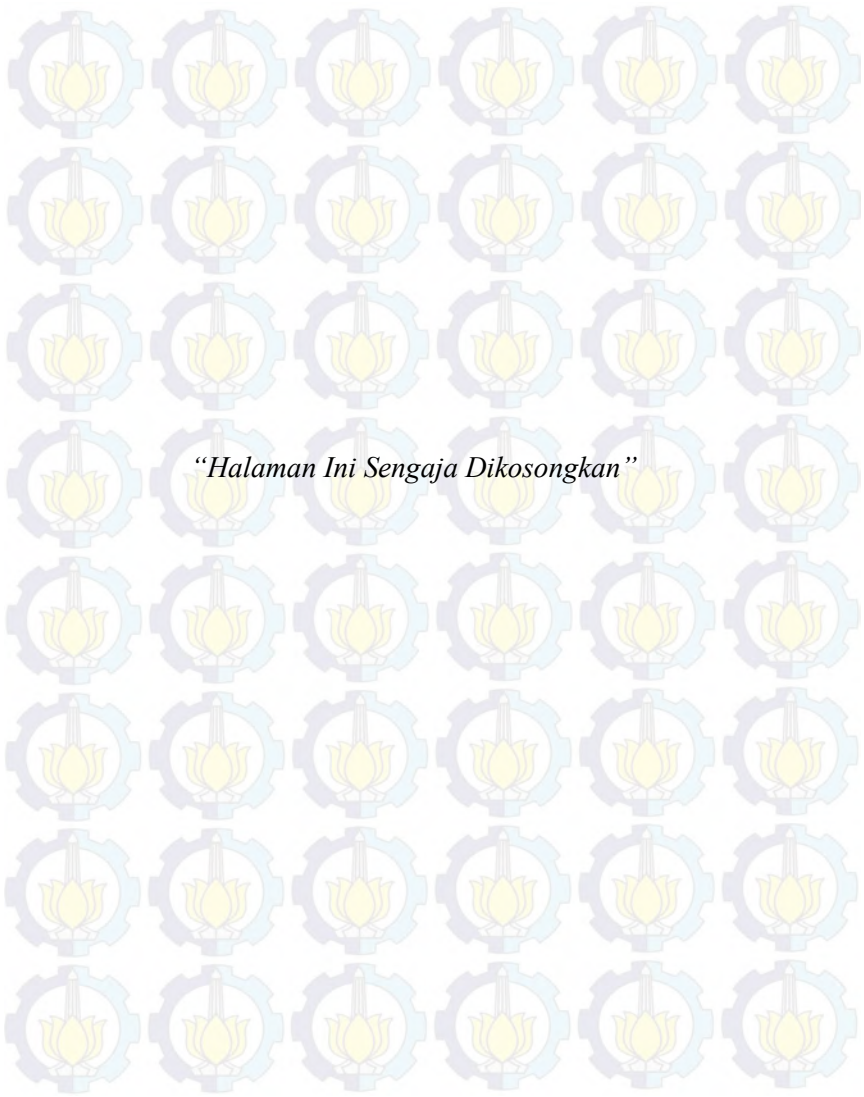
rencana stabil dan tidak memerlukan perkuatan tanah. Selain itu, pondasi juga aman dari pergerakan horizontal tanah yang diakibatkan oleh gempa.

5.2. Saran

1. Dari analisa karakteristik tanah dapat dilihat bahwa pada umumnya tanah di lokasi tower rencana ini memiliki sifat korositas yang relatif tinggi. Tingkat korositas yang tinggi ini menyebabkan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan pondasi harus tahan terhadap korosi. Jenis semen yang dapat digunakan dengan kondisi tanah tersebut salah satunya adalah semen tipe PCC
2. Pondasi yang cocok untuk menahan gaya tarik adalah pondasi tiang, dalam hal ini *bored pile*. Dilihat dari segi pelaksanaan, dimensi pondasi sebaiknya memiliki diameter yang besar karena semakin besar diameternya kebutuhan kedalamannya semakin kecil. Penggalian dengan diameter yang besar dan dangkal akan jauh lebih mudah daripada penggalian dengan diameter kecil dan dalam. Pondasi setapak tidak disarankan dalam perencanaan ini karena dalam pelaksanaannya lebih lama dibanding pelaksanaan pondasi *bored pile* jika dilihat dari volume tanah yang harus digali. Selain itu, kebutuhan material beton pada pondasi setapak juga lebih banyak jika dibandingkan dengan *bored pile*.
3. Pondasi pada tower yang memiliki tanah bersifat ekspansif perlu diperhatikan penanganannya agar kembang susut tanah tidak mempengaruhi daya dukung pondasi itu sendiri. Untuk pondasi tiang, sifat ekspansif tanah sejauh ini dapat diantisipasi dengan melapisi tiang pondasi dengan bitumen. Tujuan dari pelapisan ini agar permukaan tiang pondasi licin sehingga tiang tidak terpengaruh kembang susut tanah. Namun berdasarkan beberapa perencanaan lain, kiat agar struktur tidak terpengaruh kembang susut tanah adalah pondasi harus

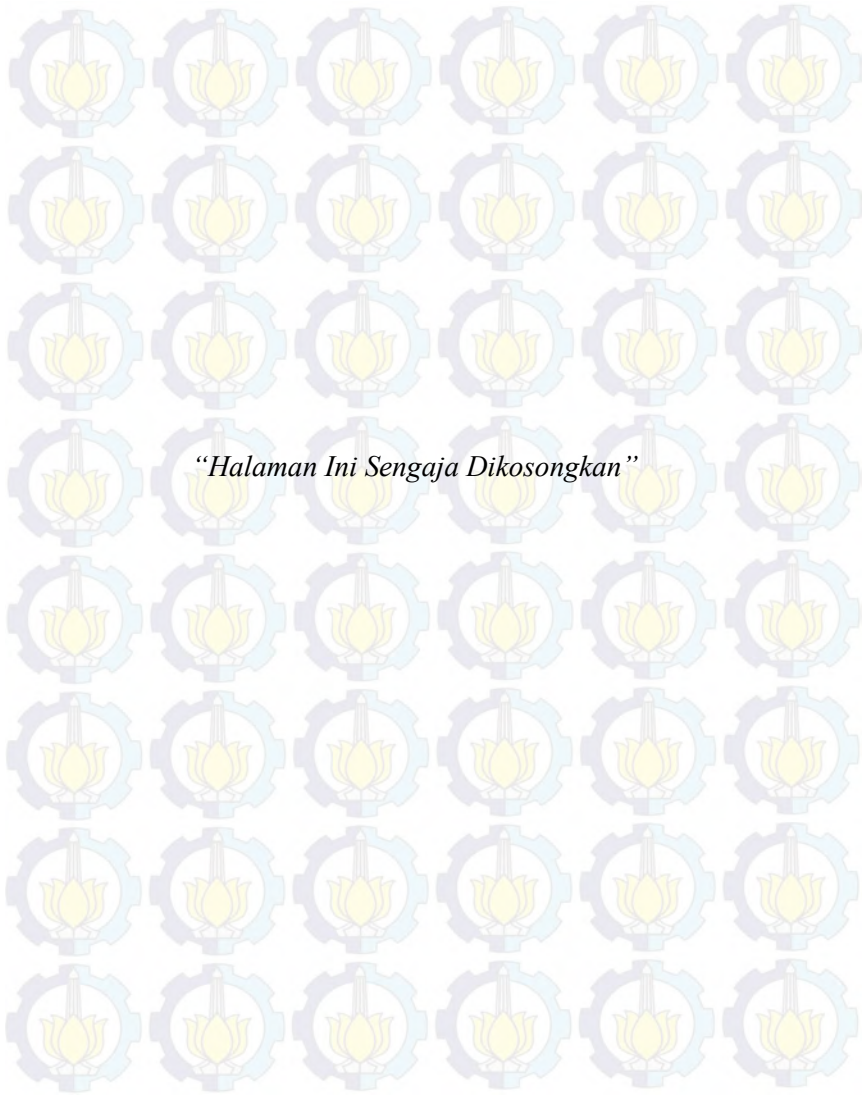
bersifat kaku dan struktur bangunan atasnya lebih fleksibel. Selain itu dapat juga dilakukan rekayasa untuk meminimalisir air merembes ke dalam tanah.



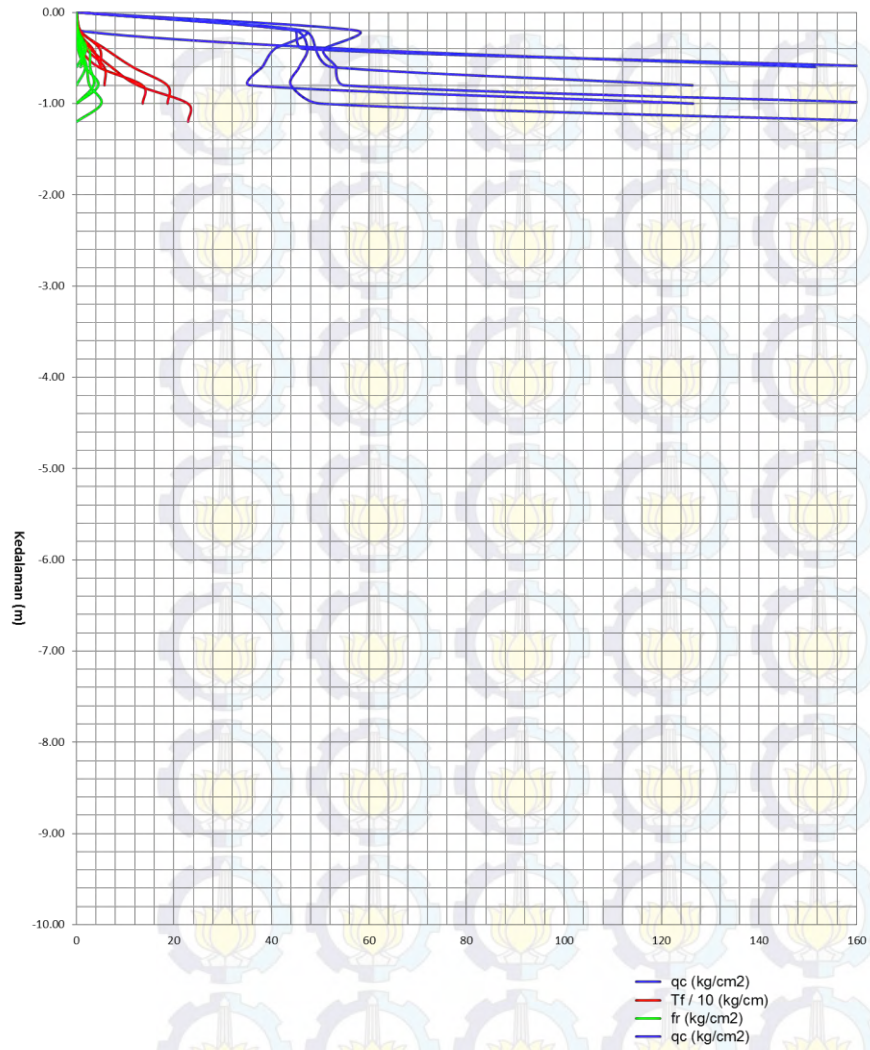


DAFTAR PUSTAKA

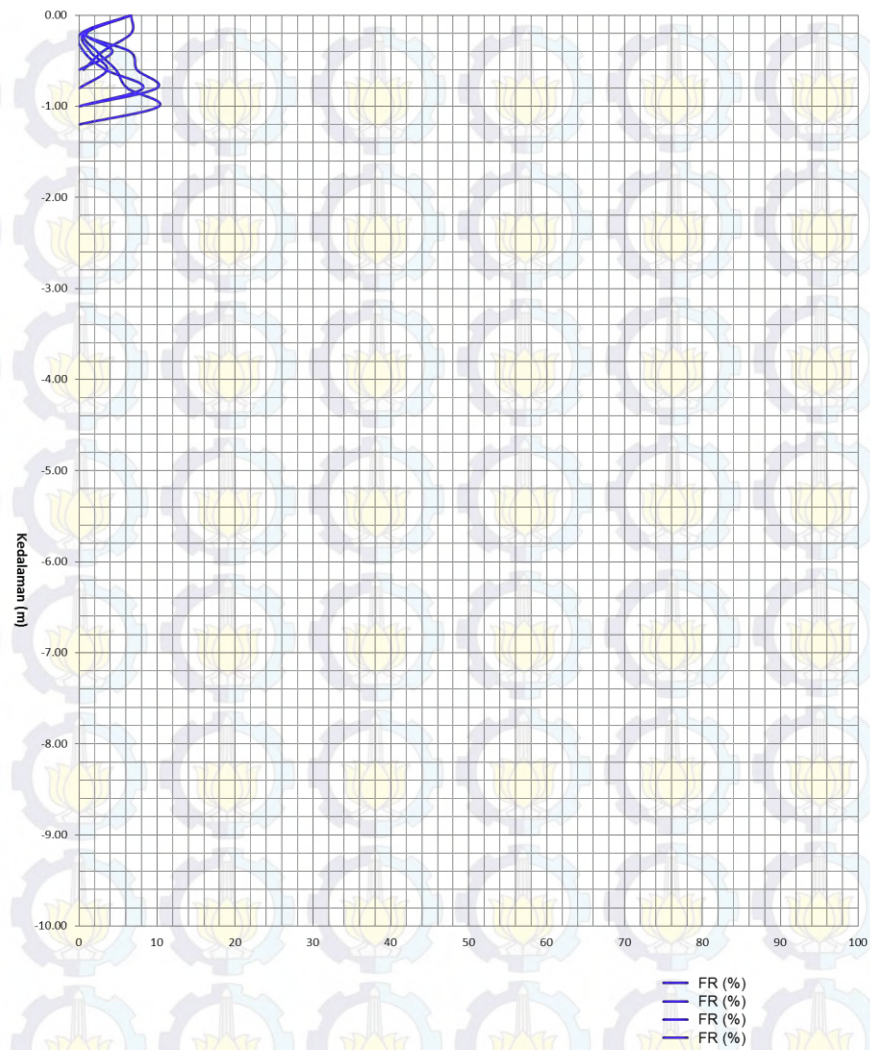
- Ariesnawan, R.A. 2015. *Karakteristik Mekanik Dan Dinamik Clay Shale Kabupaten Tuban Terhadap Perubahan Kadar Air*. Tesis Magister, S-2 Teknik Sipil Geoteknik ITS Surabaya.
- Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik jilid 1*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.
- Das, Braja M. 1988. *Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik jilid 2*. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.
- Wahyudi, Herman. 1999. *Daya Dukung Pondasi Dangkal*. Surabaya: ITS.
- Wahyudi, Herman. 1999. *Daya Dukung Pondasi Dalam*. Surabaya: ITS.



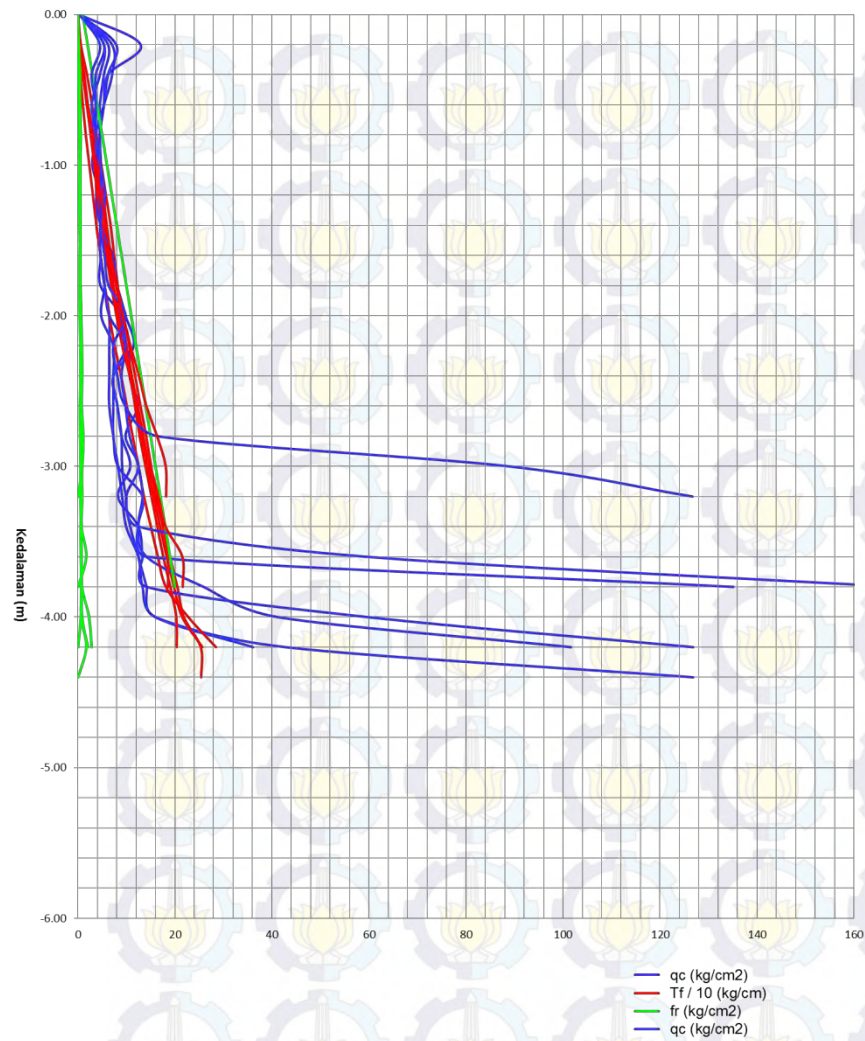
REKAP GRAFIK SONDIR T534



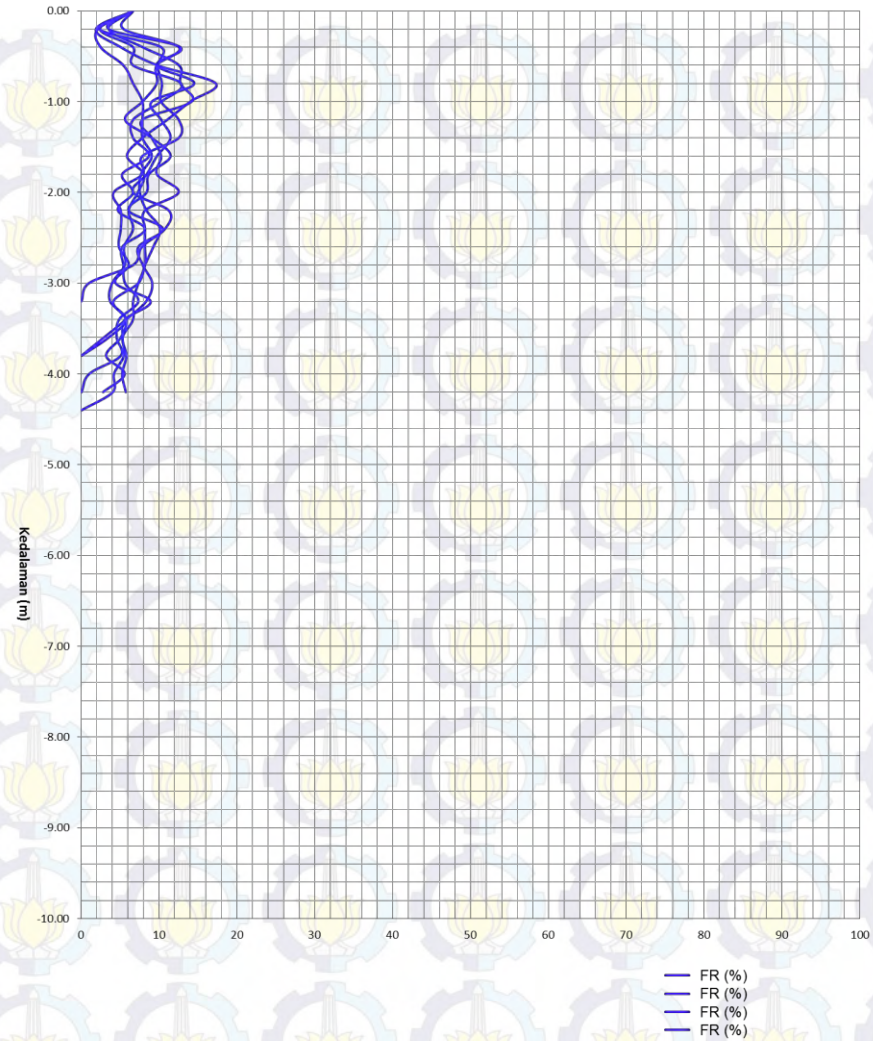
FRICTION RATIO (%)



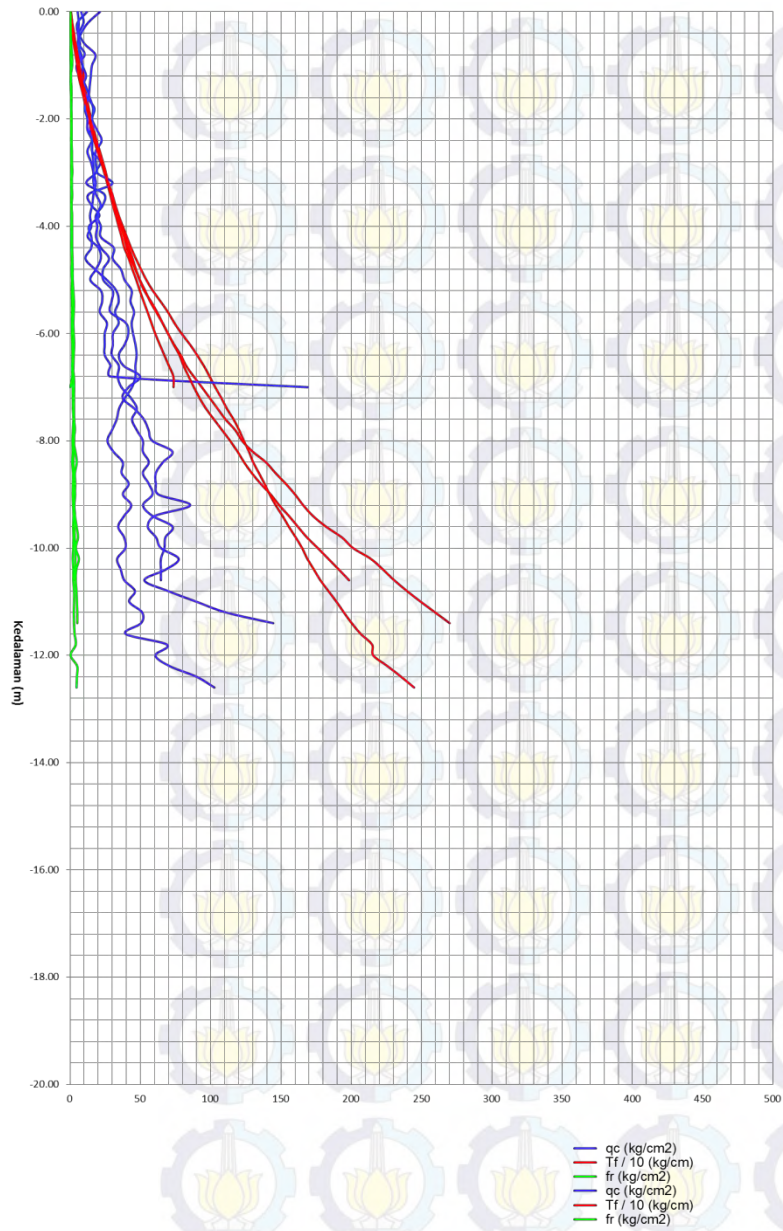
REKAP GRAFIK SONDIR T536



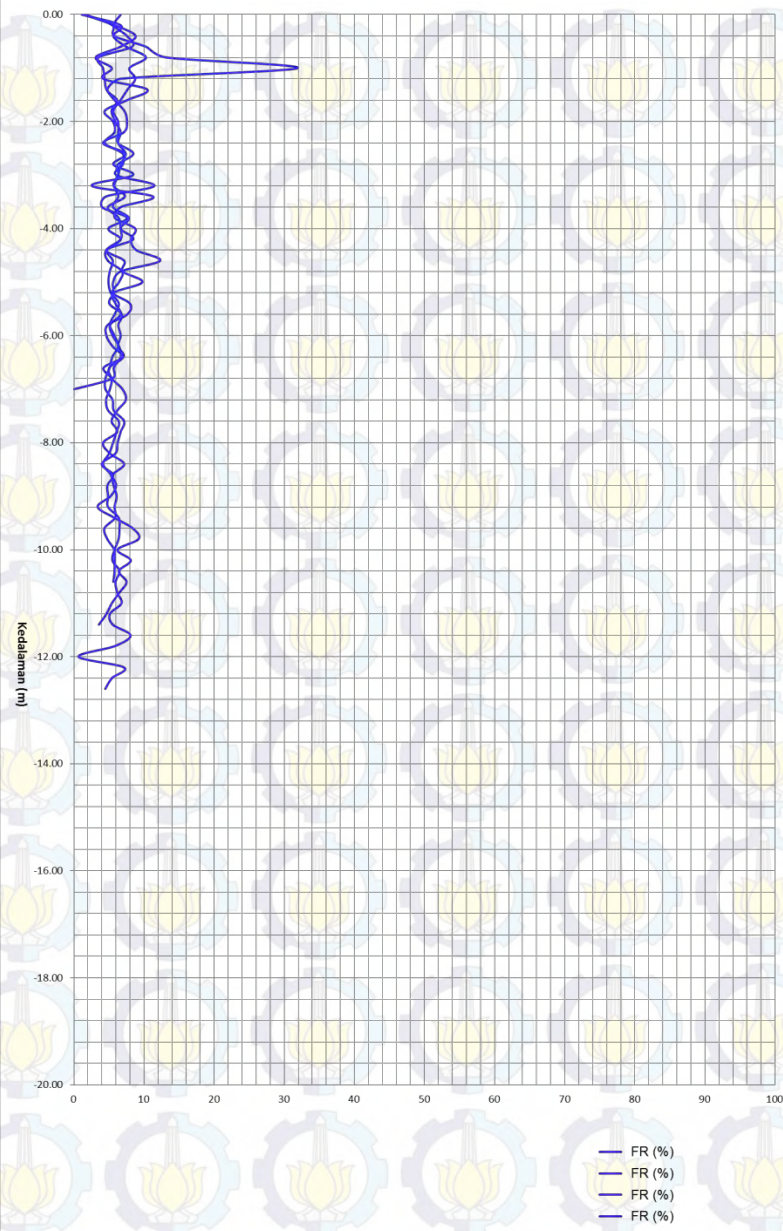
FRICTION RATIO (%)



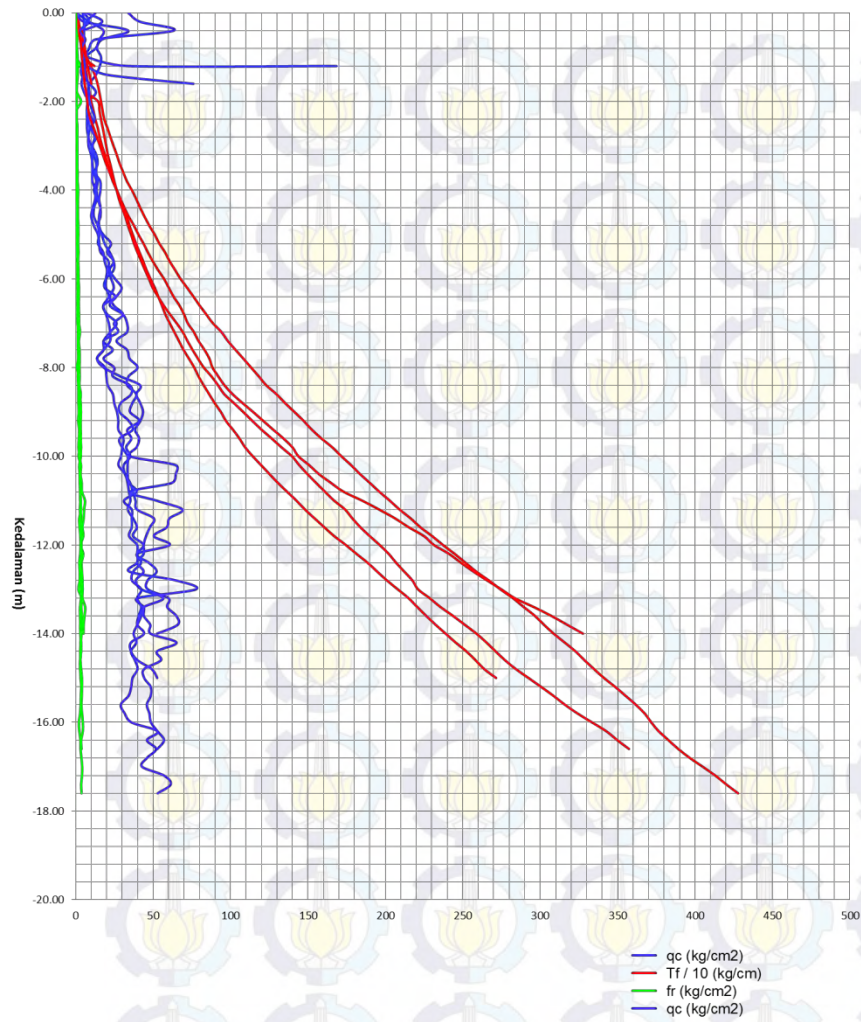
REKAP GRAFIK SONDIR T540



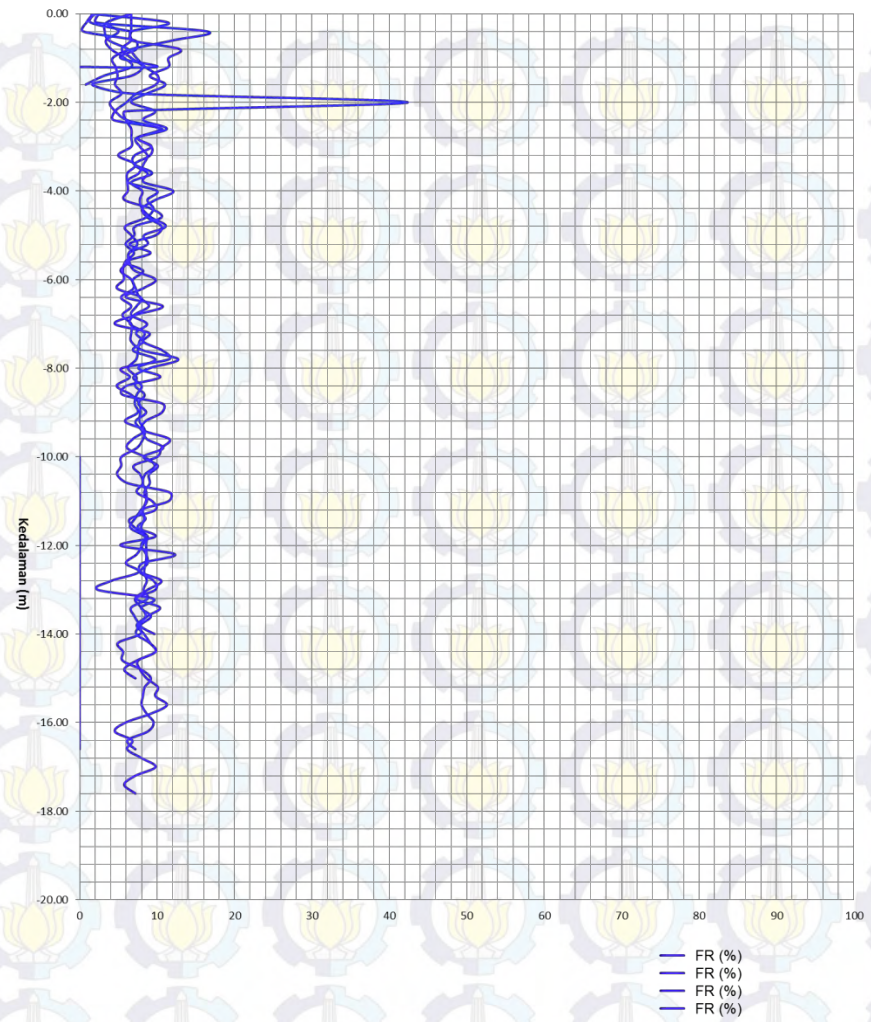
FRICTION RATIO (%)



REKAP GRAFIK SONDIR T542



FRICTION RATIO (%)



Lampiran 2 Hasil Pengujian Geolistrik

T.534 - GL 1			T.534 - GL 2		
A	R	A/Rho	A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)	(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	15.58	97.89	1	18.01	113.16
1.5		0.00	1.5		0.00
2	5.9	74.14	2	8.78	110.33
2.5		0.00	2.5		0.00
3	3.24	61.07	3	6.1	114.98
4	2.15	54.04	4	2.53	63.59
5	1.595	50.11	5	1.762	55.35
6	1.16	43.73	6	1.348	50.82
7		0.00	7	1.112	48.91
8	0.772	38.80	8	0.906	45.54
9		0.00	9	0.778	43.99
10	0.542	34.05	10	0.657	41.28
12	0.451	34.00	12	0.522	39.36
14	0.374	32.90	14	0.425	37.38
15	0.339	31.95	15	0.394	37.13
16	0.31	31.16	16	0.356	35.79
18	0.28	31.67	18	0.305	34.49
20	0.241	30.28	20	0.249	31.29
22	0.216	29.86	22	0.222	30.69
24	0.203	30.61	24	0.208	31.37
25	0.1966	30.88	25	0.1996	31.35
26	0.1864	30.45	26	0.191	31.20
28	0.1703	29.96	28	0.1758	30.93
30	0.1519	28.63	30	0.1623	30.59
35	0.1366	30.04	35	0.131	28.81
40	0.1044	26.24	40	0.1104	27.75
45		0.00	45	0.0946	26.75
50		0.00	50	0.085	26.70

T.534 - GL 3		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	22.9	143.88
1.5		0.00
2	6.3	79.17
2.5		0.00
3	3.31	62.39
4	2.15	54.04
5	1.479	46.46
6	1.089	41.05
7	0.892	39.23
8	0.713	35.84
9	0.611	34.55
10	0.5411	34.00
12	0.432	32.57
14	0.362	31.84
15	0.336	31.67
16	0.307	30.86
18	0.272	30.76
20	0.243	30.54
22	0.223	30.83
24	0.2	30.16
25	0.2	31.42
26	0.183	29.90
28	0.1694	29.80
30	0.152	28.65
35	0.1187	26.10
40	0.1023	25.71
45		0.00
50		0.00

T.536 - GL 1		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1		0.00
1.5		0.00
2	0.243	3.05
2.5		0.00
3		0.00
4	0.1431	3.60
5	0.1207	3.79
6	0.1116	4.21
7		0.00
8	0.0966	4.86
9		0.00
10	0.0865	5.43
12	0.0788	5.94
14	0.0704	6.19
15	0.0645	6.08
16	0.0636	6.39
18	0.0578	6.54
20	0.0532	6.69
22	0.049	6.77
24	0.044	6.64
25	0.0429	6.74
26	0.0403	6.58
28	0.0375	6.60
30	0.0344	6.48
35	0.0264	5.81
40	0.0212	5.33
45	0.0229	6.47
50	0.0196	6.16

T.536 - GL 2		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	0.598	3.76
1.5		0.00
2	0.255	3.20
2.5		0.00
3		0.00
4	0.1397	3.51
5	0.1229	3.86
6	0.114	4.30
7		0.00
8	0.1026	5.16
9		0.00
10	0.0757	4.76
12	0.0805	6.07
14	0.0728	6.40
15	0.0635	5.98
16	0.0575	5.78
18	0.0524	5.93
20	0.0481	6.04
22	0.0435	6.01
24	0.0436	6.57
25	0.0407	6.39
26	0.0371	6.06
28	0.0225	3.96
30	0.0294	5.54
35	0.0266	5.85
40	0.0219	5.50
45	0.0185	5.23
50	0.0173	5.43

T.536 - GL 3		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	0.753	4.73
1.5		0.00
2	0.292	3.67
2.5		0.00
3		0.00
4	0.1556	3.91
5	0.1299	4.08
6	0.1259	4.75
7		0.00
8	0.1093	5.49
9		0.00
10	0.0894	5.62
12	0.0806	6.08
14	0.0671	5.90
15	0.0677	6.38
16	0.0649	6.52
18	0.0628	7.10
20	0.0544	6.84
22	0.052	7.19
24	0.0478	7.21
25	0.0475	7.46
26	0.0433	7.07
28	0.0403	7.09
30	0.037	6.97
35	0.0314	6.91
40	0.027	6.79
45	0.023	6.50
50	0.0198	6.22

T.540 - GL 1		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	0.678	4.26
1.5	0.31	2.92
2	0.255	3.20
2.5	0.203	3.19
3	0.1476	2.78
4	0.1001	2.52
5	0.0698	2.19
6	0.055	2.07
7	0.049	2.16
8	0.0357	1.79
9	0.0312	1.76
10	0.0254	1.60
12	0.0212	1.60
14	0.0198	1.74
15	0.0179	1.69
16	0.0156	1.57
18	0.0138	1.56
20	0.012	1.51
22	0.0108	1.49
24	0.0104	1.57
25	0.01	1.57
26	0.0093	1.52
28	0.0093	1.64
30	0.0083	1.56
35	0.0071	1.56
40	0.006	1.51
45	0.005	1.41
50	0.0045	1.41
55	0.0042	1.45

T.540 - GL 2		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	1.167	7.33
1.5	0.354	3.34
2	0.237	2.98
2.5	0.1831	2.88
3	0.1139	2.15
4	0.0721	1.81
5	0.0576	1.81
6	0.0489	1.84
7	0.0356	1.57
8	0.0293	1.47
9	0.0269	1.52
10	0.025	1.57
12	0.0204	1.54
14	0.0144	1.27
15	0.0149	1.40
16	0.0148	1.49
18	0.0128	1.45
20	0.0113	1.42
22	0.0114	1.58
24	0.0106	1.60
25	0.0092	1.45
26	0.0087	1.42
28	0.0075	1.32
30	0.0072	1.36
35	0.006	1.32
40	0.005	1.26
45	0.005	1.41
50	0.005	1.57
55	0.004	1.38

T.540 - GL 3		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	0.586	3.68
1.5	0.339	3.19
2	0.233	2.93
2.5	0.1622	2.55
3	0.1428	2.69
4	0.1003	2.52
5	0.0647	2.03
6	0.0505	1.90
7	0.0406	1.79
8	0.033	1.66
9	0.0278	1.57
10	0.0244	1.53
12	0.021	1.58
14	0.0199	1.75
15	0.018	1.70
16	0.016	1.61
18	0.013	1.47
20	0.0129	1.62
22	0.0126	1.74
24	0.0087	1.31
25	0.0076	1.19
26	0.0064	1.05
28	0.0091	1.60
30	0.0086	1.62
35	0.0077	1.69
40	0.007	1.76
45	0.007	1.98
50	0.0064	2.01
55		0.00

T.540 - GL 4		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	0.509	3.20
1.5	0.506	4.77
2	0.225	2.83
2.5	0.1669	2.62
3	0.1554	2.93
4	0.0838	2.11
5	0.0704	2.21
6	0.0476	1.79
7	0.0379	1.67
8	0.0343	1.72
9	0.0271	1.53
10	0.0249	1.56
12	0.0195	1.47
14	0.0184	1.62
15	0.0154	1.45
16	0.0136	1.37
18	0.0119	1.35
20	0.0113	1.42
22	0.0104	1.44
24	0.0102	1.54
25	0.0088	1.38
26	0.0092	1.50
28	0.0079	1.39
30	0.0081	1.53
35	0.0092	2.02
40	0.0068	1.71
45	0.0054	1.53
50	0.0053	1.67

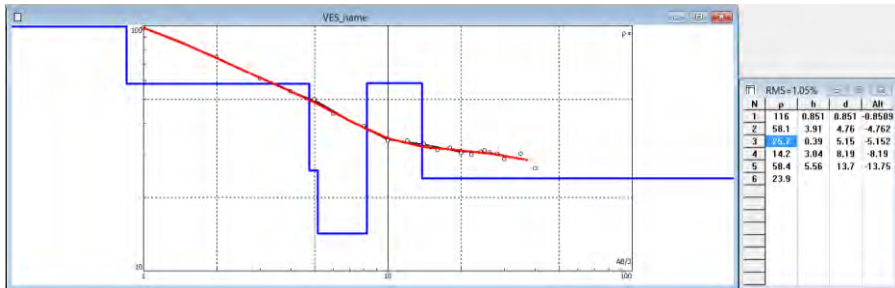
T.542 - GL 1		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	2.04	12.82
1.5	0	0.00
2	0.602	7.56
2.5	0.42	6.60
3	0.283	5.33
4	0.1439	3.62
5	0.0935	2.94
6	0.0679	2.56
7	0.0529	2.33
8	0.0417	2.10
9	0.0304	1.72
10	0.0273	1.72
12	0.0209	1.58
14	0.0179	1.57
15	0.015	1.41
16	0.014	1.41
18	0.0109	1.23
20	0.01	1.26
22	0.01	1.38
24	0.008	1.21
25	0.007	1.10
26	0.005	0.82
28	0.004	0.70
30	0.004	0.75
35	0.006	1.32
40	0.004	1.01
45	0.003	0.85
50	0.0032	1.01
55		

T.542 - GL 2		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	2.46	15.46
1.5	0.761	7.17
2	0.7	8.80
2.5	0.334	5.25
3	0.211	3.98
4	0.1578	3.97
5	0.1118	3.51
6	0.0658	2.48
7	0.0497	2.19
8	0.0387	1.95
9	0.0268	1.52
10	0.0238	1.50
12	0.0207	1.56
14	0.0175	1.54
15	0.0159	1.50
16	0.0135	1.36
18	0.0124	1.40
20	0.0123	1.55
22	0.0114	1.58
24	0.0106	1.60
25	0.01	1.57
26	0.009	1.47
28	0.0078	1.37
30	0.0076	1.43
32	0.0068	1.37
34	0.0052	1.11
35	0.0047	1.03
36	0.0057	1.29
38	0.0052	1.24
40	0.0057	1.43

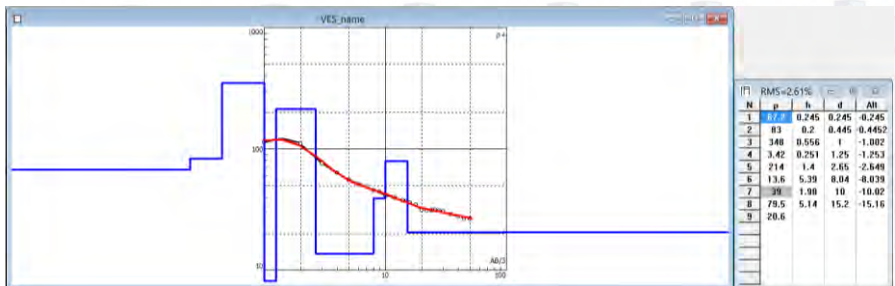
T.542 - GL 3		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	1.657	10.41
1.5	0.551	5.19
2	0.337	4.23
2.5	0.1988	3.12
3	0.1469	2.77
4	0.0966	2.43
5	0.0735	2.31
6	0.0583	2.20
7	0.0463	2.04
8	0.037	1.86
9	0.0334	1.89
10	0.028	1.76
12	0.0221	1.67
14	0.0203	1.79
15	0.0164	1.55
16	0.0156	1.57
18	0.0138	1.56
20	0.013	1.63
22	0.0123	1.70
24	0.0098	1.48
25	0.0087	1.37
26	0.009	1.47
28	0.0085	1.50
30	0.0078	1.47
32	0.0072	1.45
34	0.0063	1.35
35	0.0058	1.28
36	0.0044	1.00
38	0.0055	1.31
40	0.0039	

T.542 - GL 4		
A	R	A/Rho
(m)	(ohm)	(ohm.m)
1	38.2	240.02
1.5	14.64	137.98
2	11.35	142.63
2.5	8.3	130.38
3	5.79	109.14
4	3.85	96.76
5	2.64	82.94
6	1.833	69.10
7	1.374	60.43
8	1.175	59.06
9	1.036	58.58
10	0.862	54.16
12	0.614	46.29
14	0.428	37.65
15	0.443	41.75
16	0.403	40.51
18	0.316	35.74
20	0.27	33.93
22	0.234	32.35
24	0.201	30.31
25	0.1868	29.34
26	0.1764	28.82
28	0.1465	25.77
30	0.1298	24.47
35	0.0947	20.83
40	0.074	18.60
45	0.058	16.40
50	0.038	11.94
55	0.031	10.71
60	0.023	8.67

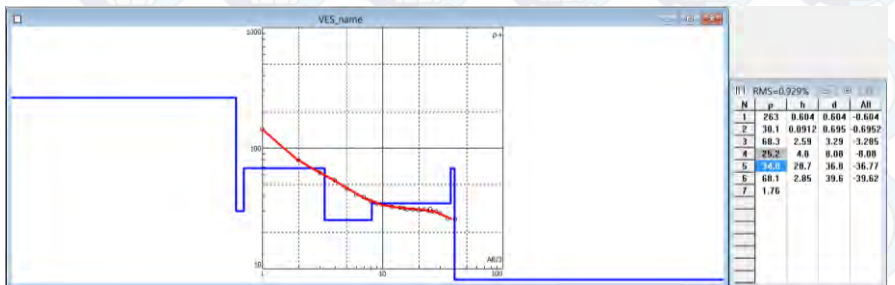
GL-1 T534



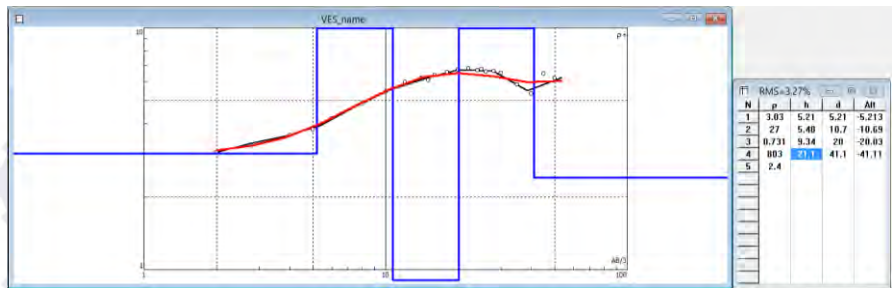
GL-2 T534



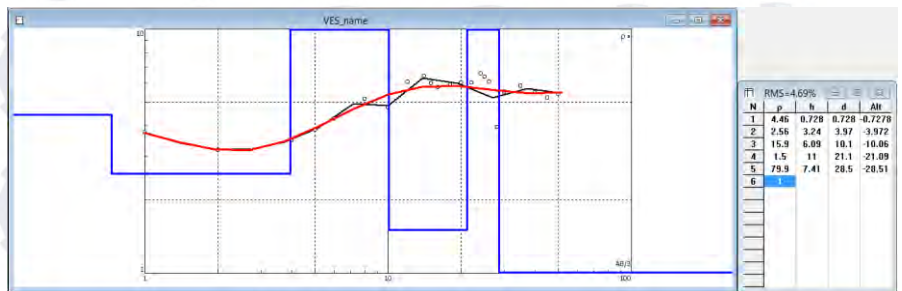
GL-3 T534



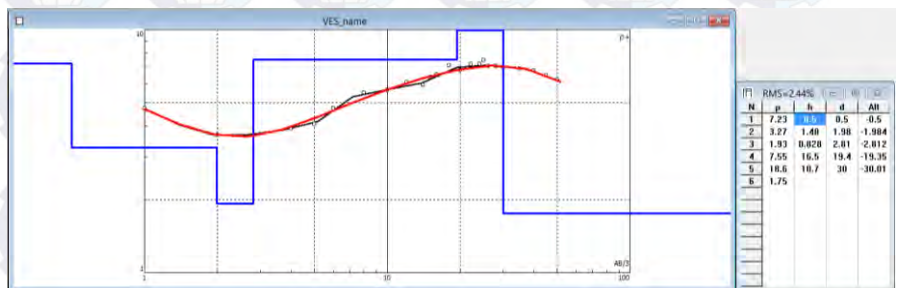
GL-1 T536



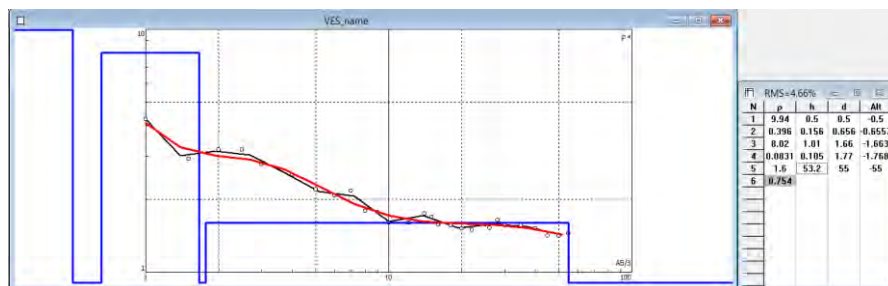
GL-2 T536



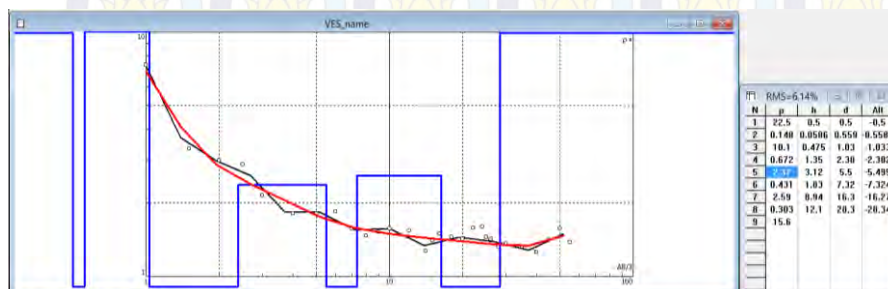
GL-3 T536



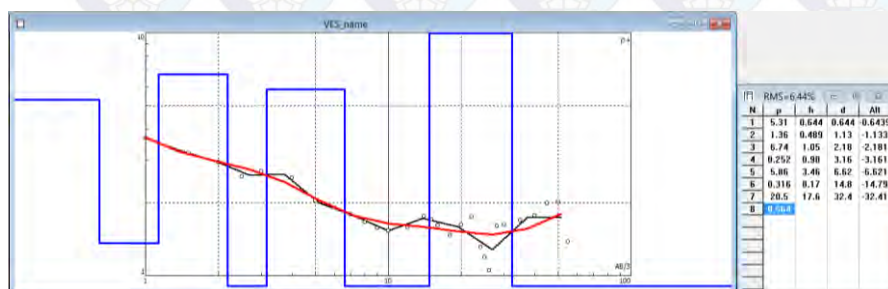
GL-1 T540



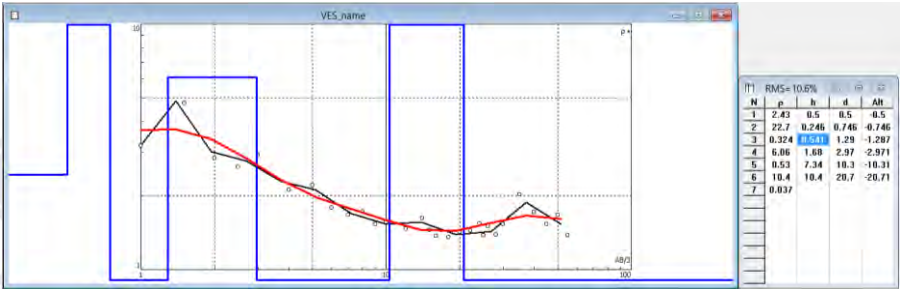
GL-2 T540



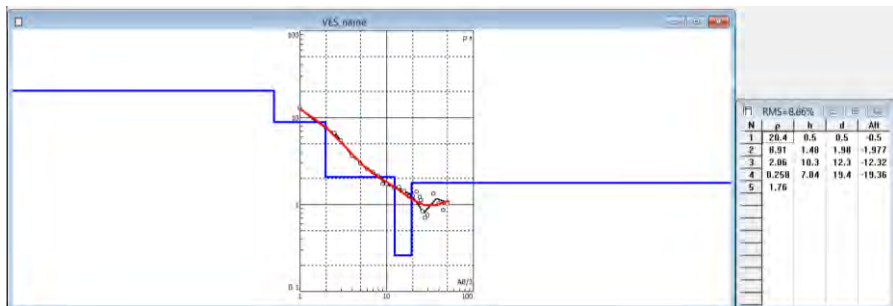
GL-3 T540



GL-4 T540



GL-1 T542



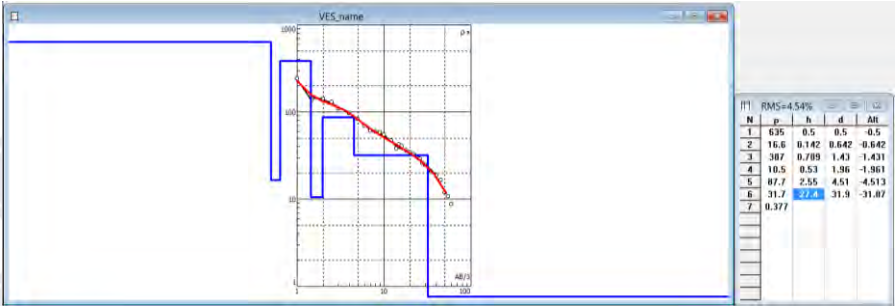
GL-2 T542



GL-3 T542



GL-4 T542



LOG BOR

Project: Investigasi Tanah Tower Pemadatan
 Tower T. 538
 Location: Desa Pangeran Cirebon
 Date: 10 September - 30 September 2015
 Drilling Number: 011 Depth: 25.00 m
 Drilling Office: Margono / Siper Pandang
 Drilling Date: 73 hari, 58 mm
 Logger: Supriatna
 Elevation: 2.00 m
 Supervisor: Rasyidi

Depth (m)	OW (m)	RDD (%)	for Drill	Description	Loss recovery (%)	SPT (H)	10	50	100
0.00				00.00 - 01.50 m : Yellowish brown soft to stiff silty clay with sand and angular gravel					
1.00									
2.00				01.50 - 04.75 m : Dark grey soft to stiff silty clay					
3.00									
4.00									
5.00				04.75 - 06.50 m : Silty with brown compacted sandy angular gravel					
6.00									
7.00									
8.00									
9.00									
10.00									
11.00				06.50 - 25.00 m : Dark grey compacted sandy angular gravel					
12.00									
13.00									
14.00									
15.00									
16.00									
17.00									
18.00									
19.00									
20.00									
21.00									
22.00									
23.00									
24.00									
25.00				FINISH 25.00 m.					



LOG BOR

Project : Investigasi Tanah Tower Penelitian
Tower T. 542

Location : Desa Kurat Wringun - Candi

Boor Number : BH. 1 Depth : 21.40 m

Drill Dia. : 15 mm, 60 mm

Elevation : 100 m

Date : 01 Oktober - 04 Oktober 2015

Driller : Margono / Supat Pundong

Logger : Supriatno

Supervisor : Rosqandi

Depth (m)	QW (m)	RQD (%)	Soil Profile	Description	Cone Resistance (kg/cm ²)	SPT (N)		
						10	60	100
0.00								
1.00								
2.00				00.00 - 03.00 m : yellowish brown soil clayey silt				
3.00								
4.00								
5.00				03.00 - 05.00 m : brownish gray clayey silt clayey silt to sand				
6.00								
7.00								
8.00								
9.00								
10.00								
11.00				05.00 - 08.00 m : Gray to dark gray silty clayey very stiff to hard				
12.00								
13.00								
14.00								
15.00								
16.00								
17.00								
18.00								
19.00								
20.00								
21.00								
21.40				Final 21.40 m				

Name and formula

Reference code: 00-005-0490
Mineral name: Quartz, low
Compound name: Silicon Oxide
Common name: α -Si O₂
Empirical formula: O₂Si
Chemical formula: SiO₂

Crystallographic parameters

Crystal system: Hexagonal
Space group: P3121
Space group number: 152
a (Å): 4.9130
b (Å): 4.9130
c (Å): 5.4050
Alpha (°): 90.0000
Beta (°): 90.0000
Gamma (°): 120.0000
Volume of cell (10⁶ pm³): 112.98
Z: 3.00
RIR: 3.60

Status, subfiles and quality

Status: Marked as deleted by ICDD
Subfiles: Alloy, metal or intermetallic
Excipient
Forensic
Inorganic
Mineral
NBS pattern
Pharmaceutical
Quality: Star (S)

Comments

Creation Date: 1/1/1970
Modification Date: 1/11/2011
Additional Patterns: To replace 00-001-0649
Deleted Or Rejected By: Deleted by 00-033-1161
Unit Cell Data Source: Powder Diffraction.

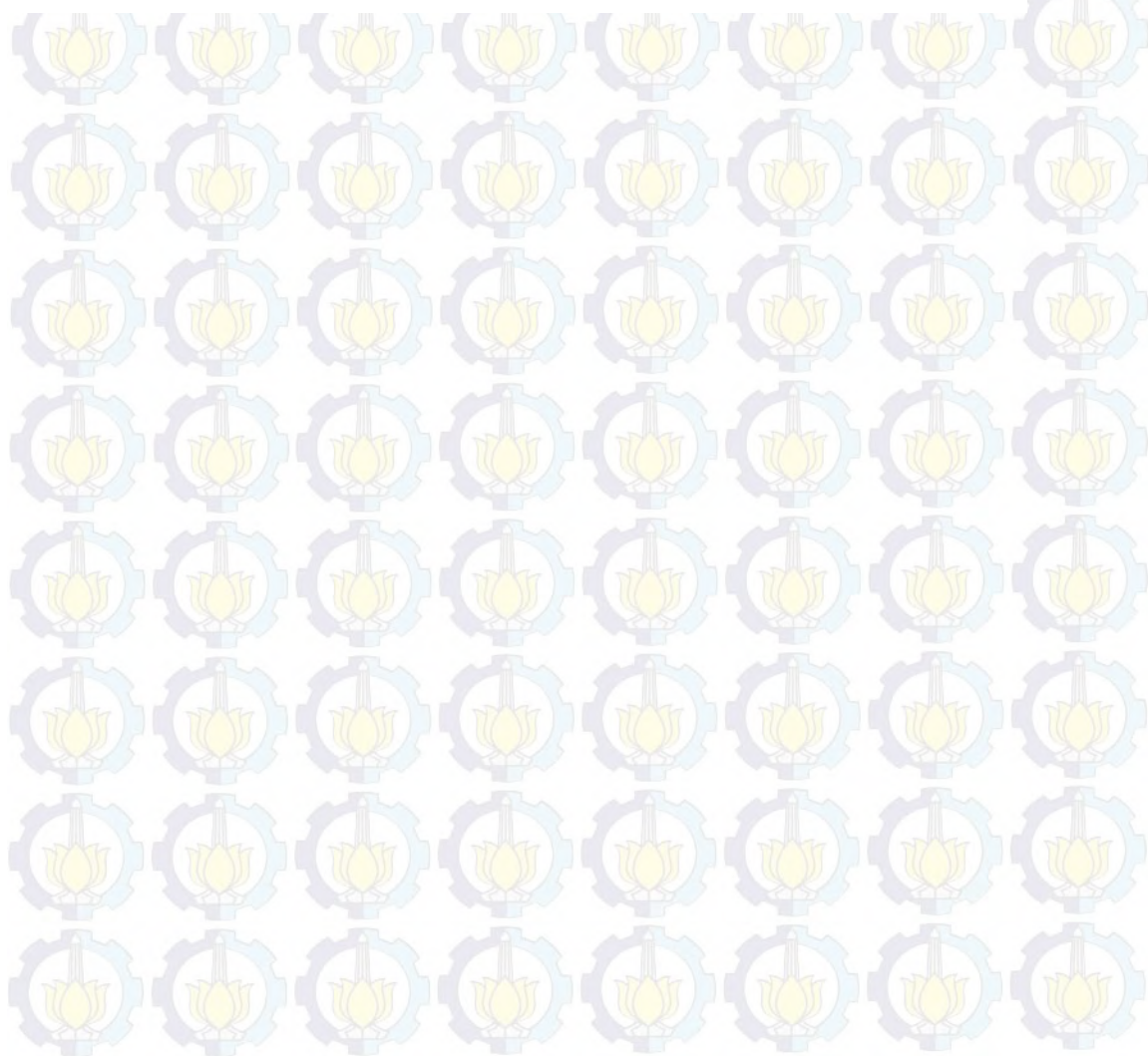
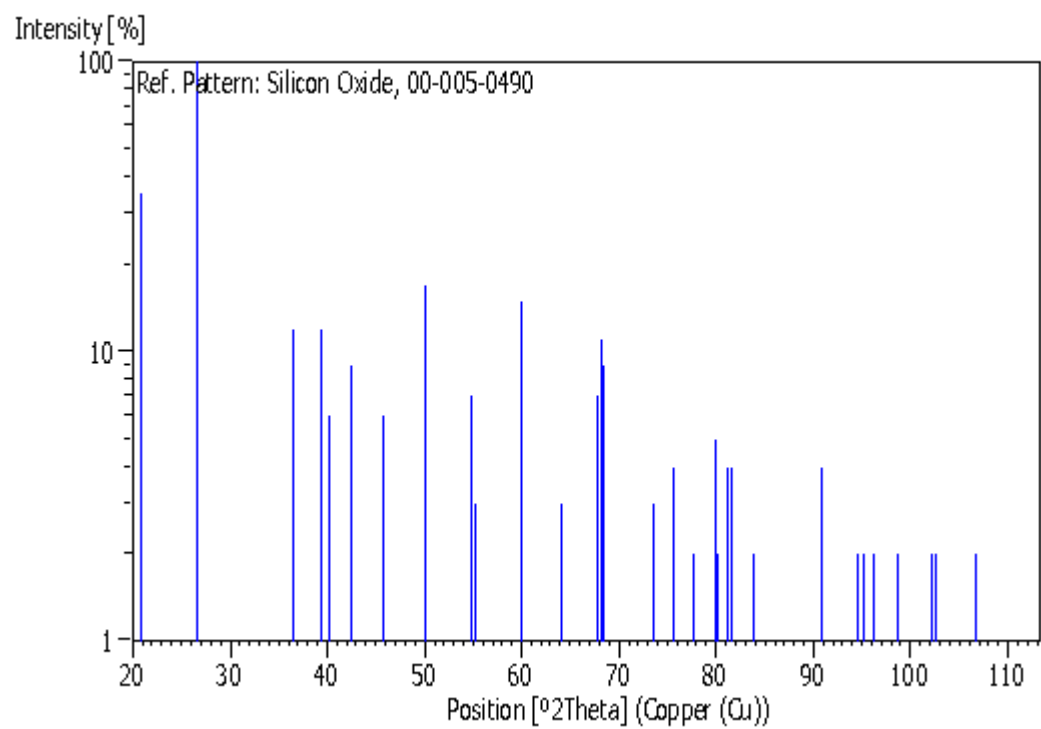
References

Primary reference: Swanson and Fuyat., *Natl. Bur. Stand. (U. S.), Circ.* 539, **3**, (1953)

Peak list

No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1	1	0	0	4.26000	20.835	35.0
2	1	0	1	3.34300	26.644	100.0
3	1	1	0	2.45800	36.527	12.0
4	1	0	2	2.28200	39.456	12.0
5	1	1	1	2.23700	40.284	6.0
6	2	0	0	2.12800	42.444	9.0
7	2	0	1	1.98000	45.790	6.0
8	1	1	2	1.81700	50.167	17.0
9	0	0	3	1.80100	50.644	1.0
10	2	0	2	1.67200	54.865	7.0
11	1	0	3	1.65900	55.332	3.0
12	2	1	0	1.60800	57.246	1.0
13	2	1	1	1.54100	59.983	15.0
14	1	1	3	1.45300	64.030	3.0
15	3	0	0	1.41800	65.808	1.0
16	2	1	2	1.38200	67.750	7.0
17	2	0	3	1.37500	68.142	11.0
18	3	0	1	1.37200	68.311	9.0
19	1	0	4	1.28800	73.462	3.0
20	3	0	2	1.25600	75.656	4.0
21	2	2	0	1.22800	77.699	2.0
22	2	1	3	1.19970	79.894	5.0
23	2	2	1	1.19730	80.086	2.0
24	1	1	4	1.18380	81.189	4.0
25	3	1	0	1.18020	81.489	4.0
26	3	1	1	1.15300	83.839	2.0
27	2	0	4	1.14080	84.944	1.0
28	3	0	3	1.11440	87.454	1.0
29	3	1	2	1.08160	90.826	4.0
30	4	0	0	1.06360	92.811	1.0
31	1	0	5	1.04770	94.653	2.0
32	4	0	1	1.04370	95.131	2.0
33	2	1	4	1.03460	96.239	2.0
34	2	2	3	1.01490	98.751	2.0
35	1	1	5	0.98960	102.228	2.0
36	3	1	3	0.98720	102.574	2.0
37	3	0	4	0.97810	103.914	1.0
38	3	2	0	0.97620	104.199	1.0
39	3	2	1	0.96070	106.607	2.0
40	4	1	0	0.92800	112.211	1.0

Stick Pattern



Name and formula

Reference code: 00-029-1496
Mineral name: Illite-1M (NR)
Compound name: Potassium Aluminum Silicate Hydroxide
Empirical formula: $\text{Al}_2\text{H}_2\text{K}_{0.7}\text{O}_{12}\text{Si}_4$
Chemical formula: $\text{K}_{0.7}\text{Al}_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Crystallographic parameters

Crystal system: Monoclinic
Space group: C2/m
Space group number: 12
a (Å): 5.2040
b (Å): 8.9500
c (Å): 10.1800
Alpha (°): 90.0000
Beta (°): 101.6800
Gamma (°): 90.0000
Measured density (g/cm³): 2.60
Volume of cell (10⁶ pm³): 464.32
Z: 2.00
RIR: 0.70

Subfiles and quality

Subfiles: Ceramic
Common Phase
Forensic
Inorganic
Mineral
Quality: Blank (B)

Comments

Creation Date: 1/1/1970
Modification Date: 1/11/2011
Additional Patterns: To replace 00-002-0462 and 00-031-0968
Sample Source or Locality: Specimen from Hungary
Unit Cell Data Source: Powder Diffraction.

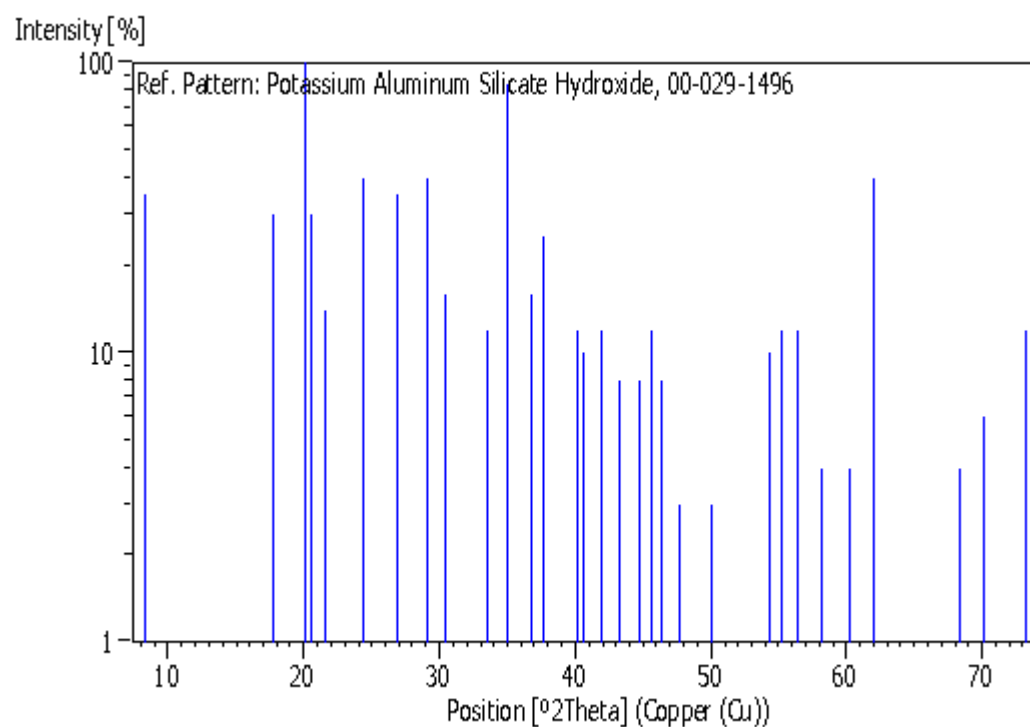
References

Primary reference: Brindley, G., Penn State University, University Park, Pennsylvania, USA., *ICDD Grant-in-Aid*, (1977)

Peak list

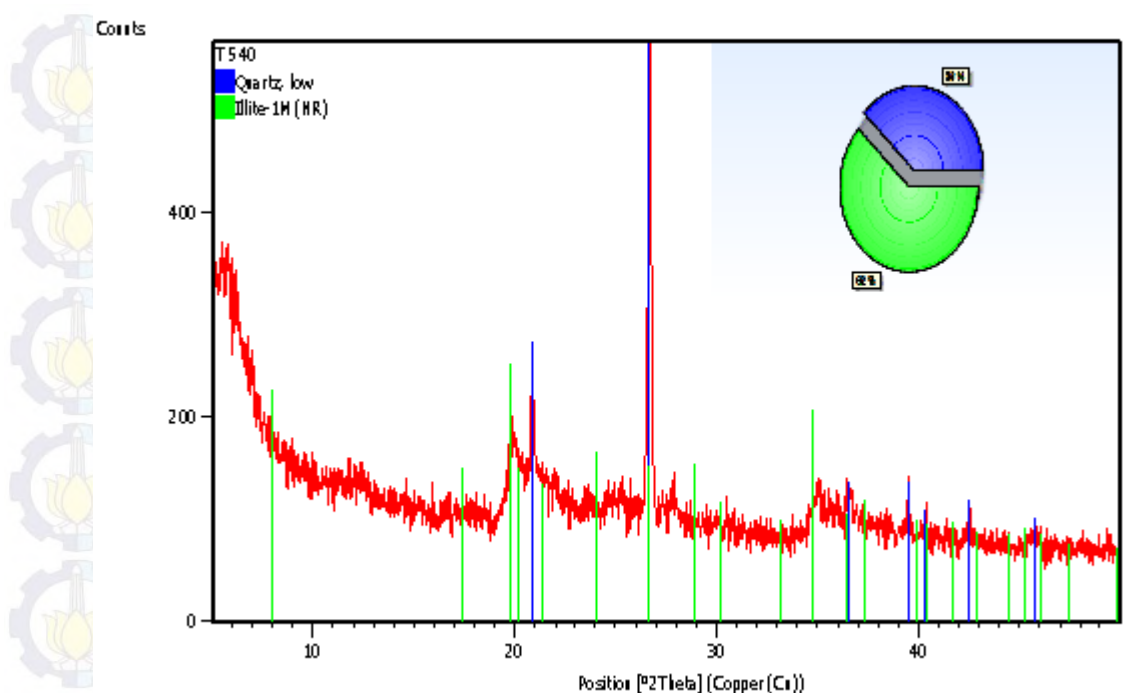
No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1				10.70000	8.257	35.0
2	0	0	2	5.00000	17.725	30.0
3	1	1	0	4.43000	20.027	100.0
4	-1	1	1	4.33000	20.495	30.0
5	0	2	1	4.11000	21.605	14.0
6	-1	1	2	3.66000	24.299	40.0
7	0	0	3	3.31000	26.914	35.0
8	1	1	2	3.06000	29.160	40.0
9	-1	1	3	2.93100	30.474	16.0
10	0	2	3	2.67500	33.472	12.0
11	-1	3	1	2.56000	35.023	85.0
12	1	3	1	2.44500	36.728	16.0
13	-1	3	2	2.38600	37.670	25.0
14	0	4	0	2.24200	40.190	12.0
15	2	2	0	2.21600	40.682	10.0
16	-1	3	3	2.15100	41.969	12.0
17	2	2	1	2.09300	43.189	8.0
18	1	1	4	2.02300	44.763	8.0
19	0	0	5	1.98900	45.571	12.0
20	-1	1	5	1.95700	46.359	8.0
21	2	2	2	1.90300	47.755	3.0
22	0	2	5	1.82000	50.079	3.0
23	1	5	0	1.68800	54.302	10.0
24	-2	4	2	1.66300	55.187	12.0
25	-2	2	5	1.63100	56.366	12.0
26	-2	4	3	1.58500	58.155	4.0
27	-3	1	4	1.53600	60.198	4.0
28	3	1	2	1.49600	61.982	40.0
29	2	2	5	1.37200	68.311	4.0
30	1	3	6	1.34100	70.118	6.0
31	1	1	7	1.29200	73.198	12.0

Stick Pattern



Anchor Scan Parameters

Dataset Name: T 540
File name: E:\DATA PENGUJIAN\Analisa Yang sudah selesai\26Oktober\P.Anang\T 540\T 540.xrdml
Comment: Configuration=Reflection-Transmission Spinner, Owner=User-1, Creation date=12/2/2011 8:19:55 AM
Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Minimum step size 2Theta:0.001; Minimum step size Omega:0.001
Sample stage=Reflection-Transmission Spinner PW3064/60; Minimum step size Phi:0.1
Diffraction system=XPRT-PRO
Measurement program=C:\PANalytical\Data Collector\Programs\scan 5-50.xrdmp, Identifier={253C65A4-1BC6-4E17-AF5D-60414526AF3A}
scan 5-50
Measurement Date / Time: 10/20/2015 2:08:40 PM
Operator: Institut Teknologi
Raw Data Origin: XRD measurement (*.XRDML)
Scan Axis: Gonio
Start Position [°2Th.]: 5.0084
End Position [°2Th.]: 49.9904
Step Size [°2Th.]: 0.0170
Scan Step Time [s]: 10.1600
Scan Type: Continuous
PSD Mode: Scanning
PSD Length [°2Th.]: 2.12
Offset [°2Th.]: 0.0000
Divergence Slit Type: Fixed
Divergence Slit Size [°]: 0.2177
Specimen Length [mm]: 10.00
Measurement Temperature [°C]: 25.00
Anode Material: Cu
K-Alpha1 [Å]: 1.54060
K-Alpha2 [Å]: 1.54443
K-Beta [Å]: 1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio: 0.50000
Generator Settings: 30 mA, 40 kV
Diffraction Type: 0000000011119014
Diffraction Number: 0
Goniometer Radius [mm]: 240.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]: 100.00
Incident Beam Monochromator: No
Spinning: No



Graphics

Peak List

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
5.6788	115.81	0.4015	15.56303	25.39
12.4624	17.99	0.8029	7.10273	3.94
19.8607	73.98	0.3346	4.47047	16.22
20.8747	112.47	0.1338	4.25556	24.66
24.9797	14.95	0.8029	3.56476	3.28
26.7363	456.08	0.0836	3.33440	100.00
27.8624	31.44	0.2007	3.20215	6.89
34.9343	40.41	0.4015	2.56843	8.86
36.5804	38.95	0.2676	2.45654	8.54
39.4946	42.16	0.1004	2.28174	9.24
42.5151	13.70	0.4015	2.12637	3.00

Pattern List

Visible Fac.	Ref.Code	Score	Compound Name	Displ. [°2Th]	Scale
	Chem. Formula				
*	00-005-0490	70	Silicon Oxide	0.023	
0.778	Si O2				
*	00-029-1496	12	Potassium Aluminum..	-0.271	
0.247	K0.7 Al2 (Si , Al..				

Document History

Insert Measurement:

- File name = "T 540.xrdml"
- Modification time = "10/29/2015 9:17:18 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Default properties:

- Measurement step axis = "None"
- Internal wavelengths used from anode material: Copper (Cu)
- Original K-Alpha1 wavelength = "1.54060"

- Used K-Alpha1 wavelength = "1.54060"
- Original K-Alpha2 wavelength = "1.54443"
- Used K-Alpha2 wavelength = "1.54443"
- Original K-Beta wavelength = "1.39225"
- Used K-Beta wavelength = "1.39225"
- Irradiated length = "10.00000"
- Spinner used = "No"
- Receiving slit size = "0.10000"
- Step axis value = "0.00000"
- Offset = "0.00000"
- Sample length = "10.00000"
- Modification time = "10/29/2015 9:17:18 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Interpolate Step Size:

- Derived = "Yes"
- Step Size = "0.01"
- Modification time = "10/29/2015 9:17:18 AM"
- Modification editor = "PANalytical"

Search Peaks:

- Minimum significance = "1"
- Minimum tip width = "0.02"
- Maximum tip width = "1"
- Peak base width = "2"
- Method = "Minimum 2nd derivative"
- Modification time = "10/21/2015 12:32:46 PM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Search & Match:

- Allow pattern shift = "Yes"
- Auto residue = "Yes"
- Data source = "Peak list"
- Demote unmatched strong = "Yes"
- Multi phase = "Yes"
- Restriction set = "Untitled"
- Restriction = "Restriction set"
- Subset name = ""
- Match intensity = "Yes"
- Two theta shift = "0"
- Identify = "Yes"
- Max. no. of accepted patterns = "10"
- Minimum score = "10"
- Min. new lines / total lines = "60"
- Search depth = "10"
- Minimum new lines = "5"
- Minimum scale factor = "0.1"
- Intensity threshold = "0"
- Use line clustering = "Yes"
- Line cluster range = "1.5"
- Search sensitivity = "1.8"
- Use adaptive smoothing = "Yes"
- Smoothing range = "1.5"
- Threshold factor = "3"
- Modification time = "10/29/2015 9:17:41 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Convert Ref. Pattern to Phase:

- Modification time = "10/29/2015 9:29:45 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Convert Ref. Pattern to Phase:

- Modification time = "10/29/2015 9:40:09 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Name and formula

Reference code: 01-070-6447

Compound name: Calcium Hydroxide
Common name: portlandite HP, syn

Empirical formula: CaH_2O_2
Chemical formula: $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Crystallographic parameters

Crystal system: Hexagonal
Space group: P-3m1
Space group number: 164

a (Å): 3.4806
b (Å): 3.4806
c (Å): 4.5352
Alpha (°): 90.0000
Beta (°): 90.0000
Gamma (°): 120.0000

Volume of cell (10^6 pm^3): 47.58
Z: 1.00
RIR: 3.64

Status, subfiles and quality

Status: Diffraction data collected at non ambient pressure
Alternate Pattern

Subfiles: ICSD Pattern
Inorganic
Mineral
Pharmaceutical

Quality: Indexed (I)

Comments

ANX: AX2
Creation Date: 11/20/2008
Modification Date: 1/19/2011
ANX: AX2
Analysis: H2 Ca1 O2
Formula from original source: $\text{Ca}(\text{O H})_2$
ICSD Collection Code: 91885
Pressure of Datacollection: 6300 MPa
Minor Warning: Density calculated using chemical formula and refined composition differ by 2.9014%
Wyckoff Sequence: d a(P3-M1)
Unit Cell Data Source: Powder Diffraction.

References

Primary reference:

Calculated from ICSD using POWD-12++

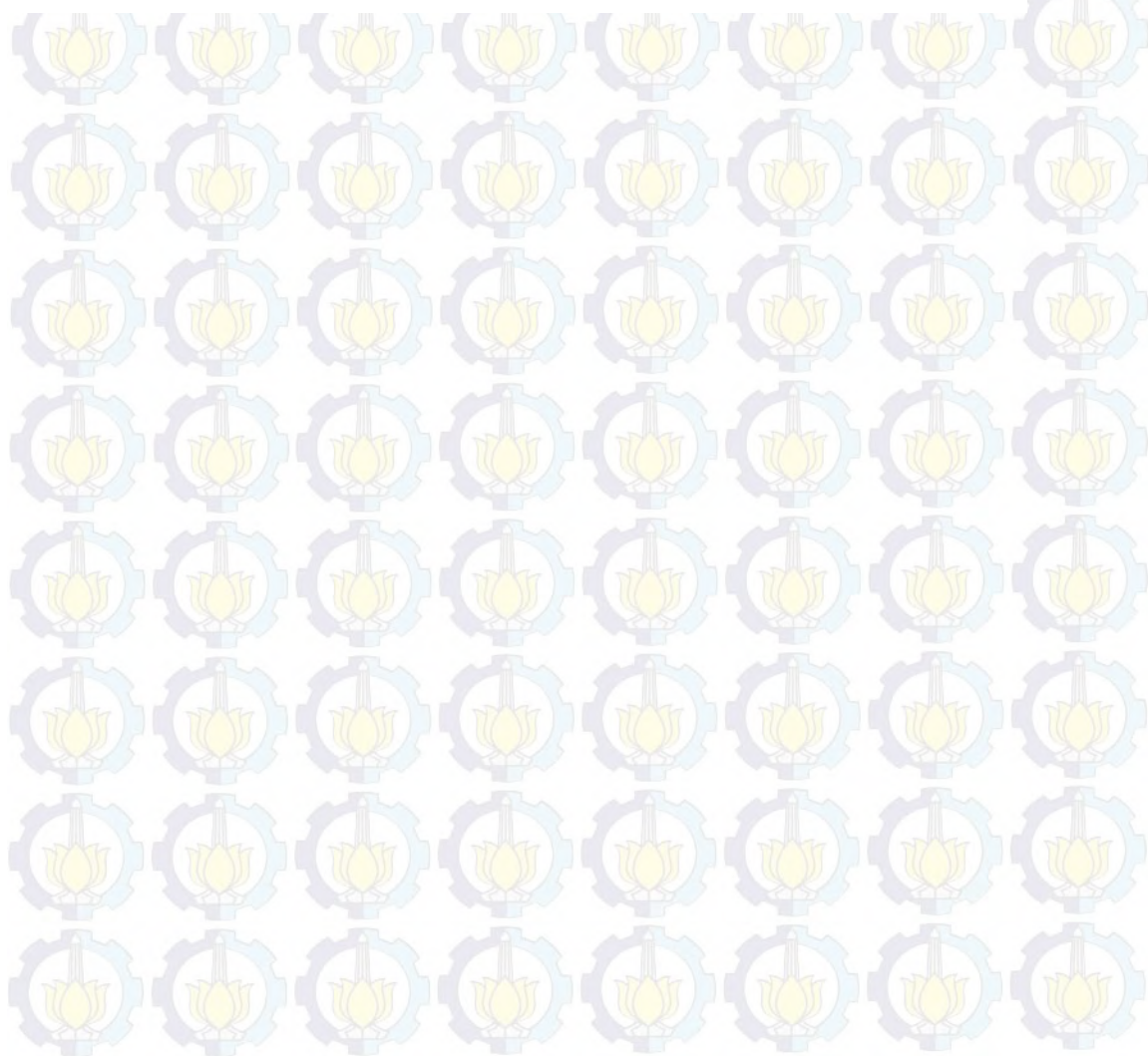
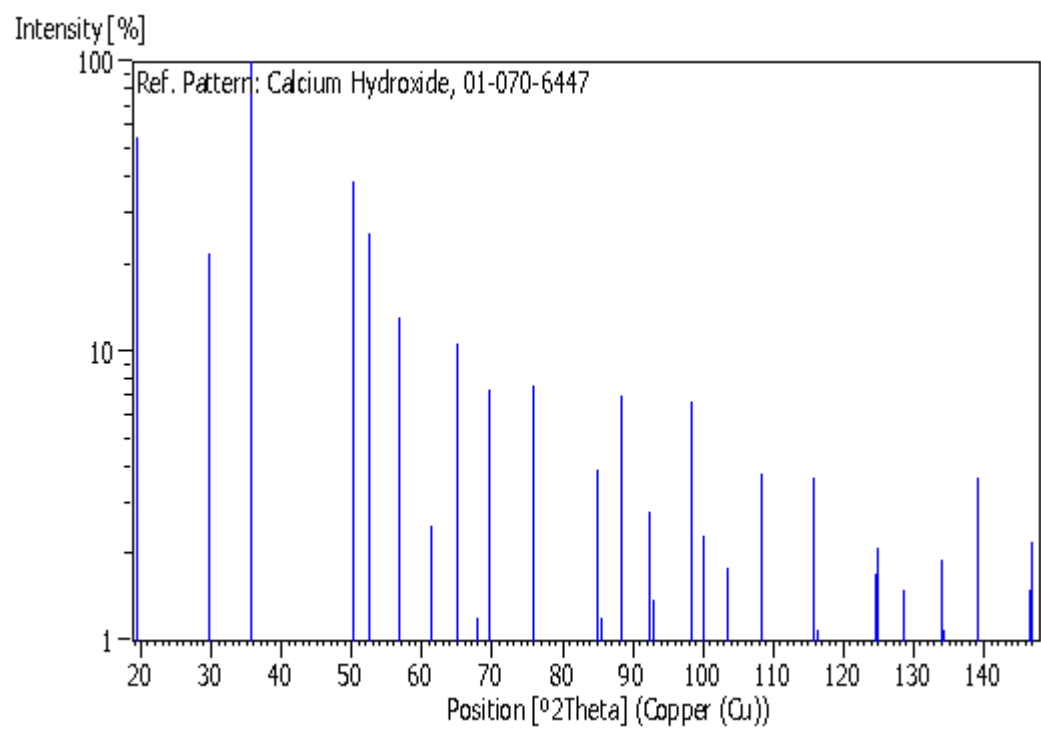
Structure:

Nagai, T., Ito, T., Hattori, T., Yamanaka, T., *Phys. Chem. Miner.*, **27**, 462, (2000)

Peak list

No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1	0	0	1	4.53520	19.558	55.4
2	1	0	0	3.01430	29.612	21.9
3	0	1	1	2.51040	35.738	100.0
4	0	0	2	2.26760	39.717	0.6
5	0	1	2	1.81210	50.312	38.7
6	1	1	0	1.74030	52.543	25.5
7	1	1	1	1.62480	56.600	13.2
8	0	0	3	1.51170	61.269	2.1
9	2	0	0	1.50710	61.476	2.5
10	0	2	1	1.43020	65.176	10.6
11	1	1	2	1.38060	67.828	1.2
12	1	0	3	1.35130	69.507	7.4
13	0	2	2	1.25520	75.713	7.6
14	1	1	3	1.14130	84.898	3.9
15	2	1	0	1.13930	85.082	1.9
16	0	0	4	1.13380	85.593	1.2
17	1	2	1	1.10500	88.390	7.0
18	0	2	3	1.06730	92.395	2.8
19	0	1	4	1.06120	93.084	1.4
20	1	2	2	1.01800	98.345	6.7
21	3	0	0	1.00480	100.103	2.3
22	0	3	1	0.98100	103.482	1.8
23	1	1	4	0.95000	108.357	3.8
24	0	3	2	0.91860	113.976	0.5
25	1	2	3	0.90980	115.703	3.7
26	0	0	5	0.90700	116.268	0.3
27	0	2	4	0.90600	116.471	1.1
28	2	2	0	0.87020	124.552	1.7
29	0	1	5	0.86860	124.955	2.1
30	2	2	1	0.85460	128.674	1.5
31	0	3	3	0.83680	134.008	1.9
32	3	1	0	0.83600	134.267	1.1
33	1	3	1	0.82220	139.067	3.7
34	2	2	2	0.81240	142.948	0.6
35	1	1	5	0.80430	146.562	1.5
36	1	2	4	0.80370	146.848	2.2

Stick Pattern



Name and formula

Reference code: 01-070-7133
Mineral name: Zircon, syn
Compound name: Zirconium Silicate
Empirical formula: O_4SiZr
Chemical formula: $\text{Zr}(\text{SiO}_4)$

Crystallographic parameters

Crystal system: Tetragonal
Space group: I41/amd
Space group number: 141

a (Å): 6.6139
b (Å): 6.6139
c (Å): 5.9850
Alpha (°): 90.0000
Beta (°): 90.0000
Gamma (°): 90.0000

Volume of cell (10^6 pm^3): 261.81
Z: 4.00

RIR: 4.87

Status, subfiles and quality

Status: Alternate Pattern
Subfiles: Common Phase
Forensic
ICSD Pattern
Inorganic
Mineral
Quality: Star (S)

Comments

ANX: ABX4
Creation Date: 11/20/2008
Modification Date: 1/19/2011
ANX: ABX4
Analysis: O4 Si1 Zr1
Formula from original source: $\text{Zr}(\text{SiO}_4)$
ICSD Collection Code: 092741
Wyckoff Sequence: h b a(I41/AMDZ)
Unit Cell Data Source: Single Crystal.

References

Primary reference: *Calculated from ICSD using POWD-12++*

Structure:

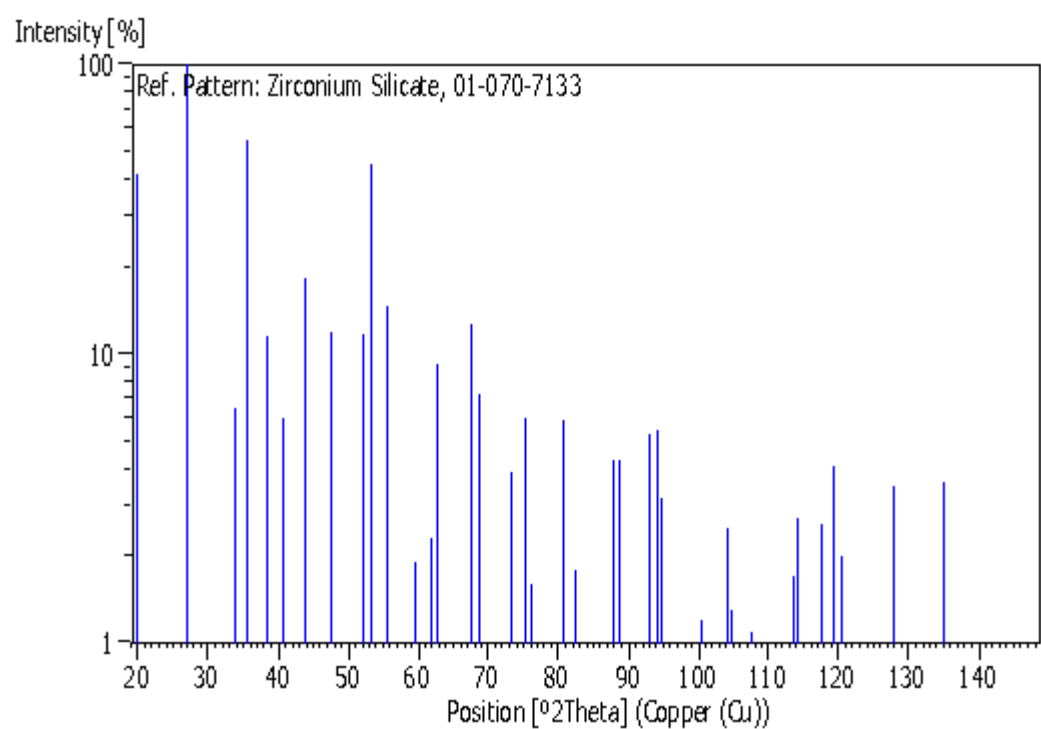
Finch, R.J., Hanchar, J.M., Hoskin, P.W.O., Burns, P.C., *Am. Mineral.*,
86, 681, (2001)

Peak list

No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1	1	0	1	4.43780	19.992	41.6
2	2	0	0	3.30700	26.939	100.0
3	2	1	1	2.65170	33.775	6.5
4	1	1	2	2.52060	35.589	54.7
5	2	2	0	2.33840	38.466	11.6
6	2	0	2	2.21890	40.627	6.0
7	3	0	1	2.06870	43.722	18.4
8	1	0	3	1.91000	47.569	11.9
9	3	2	1	1.75380	52.108	11.8
10	3	1	2	1.71430	53.402	45.2
11	4	0	0	1.65350	55.532	14.6
12	2	1	3	1.65350	55.532	14.6
13	4	1	1	1.54940	59.625	1.9
14	0	0	4	1.49620	61.973	2.3
15	4	2	0	1.47890	62.780	9.2
16	3	0	3	1.47890	62.780	9.2
17	4	0	2	1.44720	64.318	0.3
18	3	3	2	1.38260	67.716	12.6
19	2	0	4	1.36320	68.814	7.3
20	3	2	3	1.35030	69.565	0.3
21	4	2	2	1.32580	71.043	0.1
22	5	0	1	1.29160	73.224	3.9
23	2	2	4	1.26030	75.353	6.0
24	4	1	3	1.25010	76.077	1.6
25	3	1	4	1.21690	78.544	0.7
26	5	2	1	1.20310	79.623	0.2
27	5	1	2	1.19010	80.670	5.9
28	1	0	5	1.17790	81.682	0.1
29	4	4	0	1.16920	82.421	1.8
30	2	1	5	1.10940	87.949	4.3
31	4	0	4	1.10940	87.949	4.3
32	4	3	3	1.10230	88.663	4.3
33	6	0	0	1.10230	88.663	4.3
34	6	1	1	1.06980	92.116	0.7
35	5	3	2	1.06060	93.152	5.3
36	4	2	4	1.05180	94.170	5.5
37	3	0	5	1.05180	94.170	5.5
38	6	2	0	1.04580	94.879	3.2
39	5	2	3	1.04580	94.879	3.2
40	6	0	2	1.03440	96.264	0.1
41	5	4	1	1.01790	98.358	0.2
42	3	2	5	1.00240	100.431	1.2
43	6	2	2	0.98720	102.574	0.2
44	5	1	4	0.98010	103.615	0.1
45	1	1	6	0.97560	104.290	2.5
46	6	3	1	0.97280	104.715	1.3
47	4	1	5	0.95930	106.832	0.5
48	2	0	6	0.95470	107.579	1.1
49	6	1	3	0.95470	107.579	1.1
50	7	0	1	0.93330	111.248	0.4
51	4	4	4	0.92130	113.461	1.7
52	6	4	0	0.91720	114.246	2.7
53	5	4	3	0.91720	114.246	2.7
54	5	3	4	0.90390	116.903	0.4
55	3	1	6	0.90030	117.653	2.6

56	7	2	1	0.89820	118.097	0.5
57	7	1	2	0.89280	119.263	4.1
58	5	0	5	0.88750	120.441	2.0
59	6	0	4	0.88750	120.441	2.0
60	6	3	3	0.88390	121.262	0.5
61	6	4	2	0.87690	122.908	0.1
62	6	2	4	0.85710	127.983	3.5
63	5	2	5	0.85710	127.983	3.5
64	7	0	3	0.85390	128.870	0.4
65	4	0	6	0.85390	128.870	0.4
66	1	0	7	0.84790	130.592	0.1
67	3	3	6	0.84020	132.927	0.7
68	6	5	1	0.83850	133.463	0.2
69	7	3	2	0.83400	134.923	3.6
70	7	2	3	0.82670	137.427	0.9
71	8	0	0	0.82670	137.427	0.9
72	2	1	7	0.82140	139.367	0.8
73	7	4	1	0.81280	142.780	0.7
74	6	1	5	0.80480	146.326	0.1
75	8	2	0	0.80210	147.625	0.7

Stick Pattern



Name and formula

Reference code: 01-072-2300

Mineral name: Kaolinite-1A
Compound name: Aluminum Silicate Hydroxide
Common name: Dialuminium disilicon octaoxide tetrahydroxide

Empirical formula: $\text{Al}_2\text{H}_4\text{O}_9\text{Si}_2$
Chemical formula: $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$

Crystallographic parameters

Crystal system: Anorthic
Space group: C1
Space group number: 1

a (Å): 5.1400
b (Å): 8.9100
c (Å): 7.2600
Alpha (°): 91.6700
Beta (°): 104.6700
Gamma (°): 90.0000

Volume of cell (10^6 pm^3): 160.75
Z: 2.00
RIR: 1.14

Status, subfiles and quality

Status: Alternate Pattern
Subfiles: Excipient
ICSD Pattern
Inorganic
Mineral
Pharmaceutical
Quality: Blank (B)

Comments

ANX: A2B2X9
Creation Date: 11/20/2008
Modification Date: 1/19/2011
ANX: A2B2X9
Analysis: H4 Al2 O9 Si2
Formula from original source: $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
ICSD Collection Code: 20593
Calculated Pattern Original Remarks: AE: Al1,2: O6; Si1,2: O4; O1-3,6: Al2 H; O4,5: Al2 Si; O7-9: Si2. h0l and 0kl data, cf. 68698. Minor Warning: Density calculated using chemical formula and refined composition differ by 1.7254%. No e.s.d reported/abstracted on the cell dimension. Significant Warning: 12%<R factor (for single crystal). Wyckoff Sequence: a13(C1). Unit Cell Data Source: Single Crystal.

References

Primary reference:

Zvyagin, B.B., *Kristallografiya*, **5**, 40, (1960)

Structure:

Zvyagin, B.B., *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **130**, 1023, (1960)

Peak list

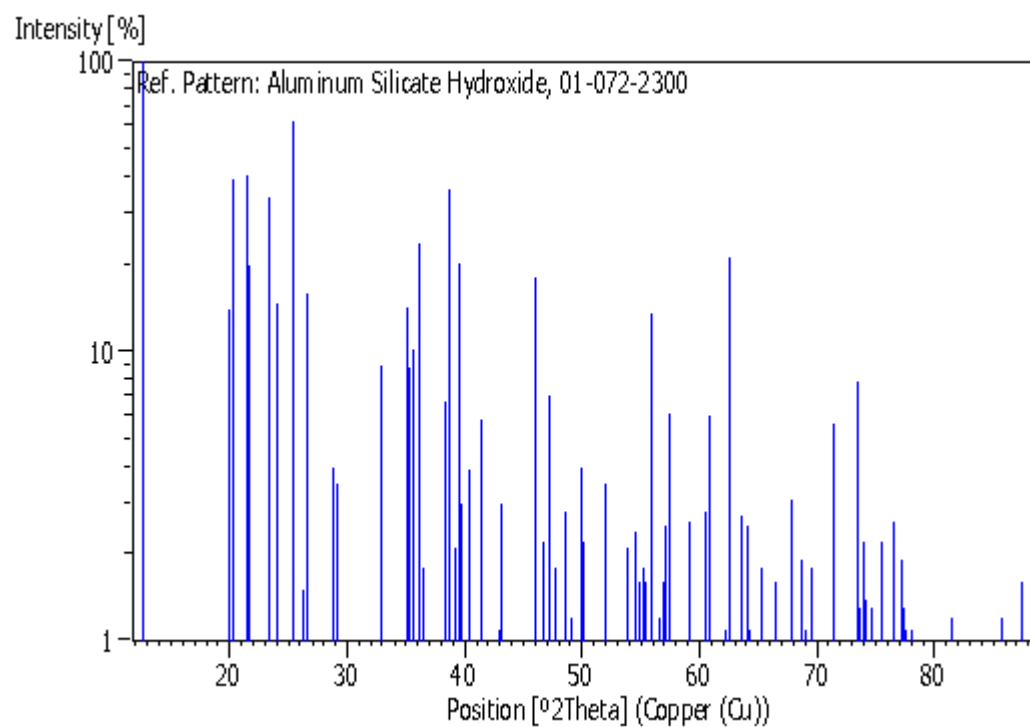
No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1	0	0	1	7.02010	12.599	100.0
2	0	2	0	4.45300	19.923	14.0
3	-1	1	0	4.35560	20.373	39.2
4	-1	-1	1	4.14480	21.421	40.5
5	-1	1	1	4.10140	21.650	19.8
6	0	-2	1	3.81260	23.313	34.2
7	0	2	1	3.71010	23.966	14.7
8	0	0	2	3.51010	25.354	62.1
9	1	-1	1	3.39900	26.197	1.5
10	1	1	1	3.34880	26.597	15.8
11	-1	-1	2	3.10680	28.711	4.0
12	-1	1	2	3.06040	29.156	3.5
13	0	-2	2	2.79790	31.961	0.8
14	0	2	2	2.71710	32.939	9.0
15	-2	0	1	2.55750	35.058	14.1
16	-1	3	0	2.55750	35.058	14.1
17	1	3	0	2.54040	35.302	8.8
18	-1	-3	1	2.51710	35.640	10.2
19	2	0	0	2.48800	36.071	23.7
20	-1	3	1	2.48800	36.071	23.7
21	1	1	2	2.45790	36.528	1.8
22	0	0	3	2.34000	38.439	6.7
23	1	-3	1	2.32570	38.685	36.1
24	-2	0	2	2.32570	38.685	36.1
25	-1	-1	3	2.29670	39.193	2.1
26	1	3	1	2.27830	39.523	20.3
27	-1	1	3	2.26650	39.737	3.0
28	0	4	0	2.22880	40.438	3.9
29	-1	-3	2	2.22880	40.438	3.9
30	-2	-2	1	2.21990	40.608	0.7
31	-2	2	1	2.21390	40.722	0.3
32	2	0	1	2.17800	41.424	5.8
33	-1	3	2	2.17800	41.424	5.8
34	2	2	0	2.16370	41.711	0.5
35	0	-4	1	2.14100	42.174	0.1
36	0	4	1	2.10410	42.950	1.1
37	0	-2	3	2.09760	43.090	3.0
38	-2	-2	2	2.07240	43.640	0.1
39	-2	2	2	2.05070	44.126	0.7
40	0	2	3	2.04620	44.228	0.4
41	-2	0	3	1.97140	46.001	17.9
42	1	-3	2	1.97140	46.001	17.9
43	2	2	1	1.94310	46.710	2.2
44	1	3	2	1.92120	47.275	7.0
45	1	-1	3	1.90630	47.667	1.8
46	0	-4	2	1.90630	47.667	1.8
47	1	1	3	1.88160	48.332	0.6
48	-1	-3	3	1.87200	48.596	2.8
49	0	4	2	1.85500	49.071	1.2
50	2	0	2	1.82380	49.967	4.0
51	-1	3	3	1.82380	49.967	4.0

52	-2	-2	3	1.81570	50.206	2.2
53	-2	2	3	1.78990	50.981	0.9
54	-1	-1	4	1.77850	51.331	0.9
55	0	0	4	1.75500	52.070	3.5
56	2	-2	2	1.69950	53.905	2.1
57	-2	-4	1	1.68150	54.530	2.4
58	-3	-1	1	1.68150	54.530	2.4
59	-2	4	1	1.67630	54.713	0.6
60	1	5	0	1.67280	54.837	1.4
61	2	2	2	1.67280	54.837	1.4
62	-1	-5	1	1.67060	54.915	1.6
63	-2	4	0	1.66490	55.119	1.8
64	-1	5	1	1.65630	55.430	1.6
65	0	-2	4	1.64980	55.667	0.9
66	1	-3	3	1.64310	55.914	13.5
67	-2	0	4	1.64310	55.914	13.5
68	-3	1	0	1.63170	56.339	0.9
69	3	1	0	1.62720	56.509	1.2
70	0	2	4	1.61630	56.925	1.6
71	1	-5	1	1.61390	57.017	2.5
72	1	3	3	1.60170	57.492	6.1
73	-2	4	2	1.59810	57.634	1.0
74	0	4	3	1.58930	57.983	0.8
75	1	5	1	1.58710	58.071	0.6
76	-1	-5	2	1.58140	58.300	0.5
77	2	-4	1	1.56900	58.806	0.3
78	-1	-3	4	1.56180	59.104	2.6
79	-1	5	2	1.55100	59.557	0.6
80	2	4	1	1.54400	59.854	0.6
81	-2	2	4	1.53020	60.450	2.8
82	-3	-1	3	1.53020	60.450	2.8
83	-1	3	4	1.52230	60.797	6.0
84	2	0	3	1.52230	60.797	6.0
85	3	-1	1	1.51020	61.336	0.9
86	1	1	4	1.50760	61.454	0.5
87	3	1	1	1.50330	61.648	0.3
88	-2	-4	3	1.49030	62.246	1.1
89	-3	-3	1	1.48430	62.526	21.0
90	0	6	0	1.48430	62.526	21.0
91	-3	-3	2	1.46040	63.668	2.7
92	0	-6	1	1.46040	63.668	2.7
93	-3	3	0	1.45210	64.075	2.5
94	-3	3	2	1.45210	64.075	2.5
95	1	5	2	1.44760	64.298	1.1
96	3	3	0	1.44340	64.508	1.0
97	0	6	1	1.44340	64.508	1.0
98	-1	-5	3	1.44040	64.658	0.9
99	2	2	3	1.42990	65.192	1.8
100	-1	1	5	1.42530	65.428	0.6
101	2	-4	2	1.42530	65.428	0.6
102	-1	5	3	1.40400	66.548	1.6
103	0	0	5	1.40400	66.548	1.6
104	0	-4	4	1.39900	66.817	0.6
105	2	4	2	1.39590	66.985	0.5
106	-3	-3	3	1.38210	67.744	3.1
107	0	-6	2	1.38210	67.744	3.1
108	-3	1	4	1.37370	68.215	0.4
109	-3	3	3	1.36670	68.613	1.9
110	3	-3	1	1.36670	68.613	1.9
111	3	-1	2	1.35860	69.080	1.1
112	0	4	4	1.35860	69.080	1.1

113	3	1	2	1.35170	69.483	1.8			
114	3	3	1	1.35170	69.483	1.8			
115	-2	-4	4	1.33700	70.359	0.4			
116	0	2	5	1.32910	70.840	1.0			
117	-2	-2	5	1.32910	70.840	1.0			
118	-1	-3	5	1.31850	71.496	5.6			
119	-2	2	5	1.31010	72.026	0.1			
120	-2	4	4	1.30780	72.173	0.2			
121	1	5	3	1.29320	73.119	0.3			
122	-1	3	5	1.28880	73.409	7.9			
123	2	0	4	1.28880	73.409	7.9			
124	-2	-6	1	1.28540	73.635	1.3			
125	-1	-5	4	1.28540	73.635	1.3			
126	-2	6	1	1.28100	73.930	2.2			
127	-4	0	1	1.28100	73.930	2.2			
128	-4	0	2	1.27880	74.078	1.4			
129	-2	6	0	1.27880	74.078	1.4			
130	2	6	0	1.27020	74.665	1.3			
131	-3	-3	4	1.27020	74.665	1.3			
132	1	-1	5	1.26210	75.227	0.3			
133	-2	-6	2	1.25850	75.480	2.2			
134	3	-3	2	1.25350	75.834	0.5			
135	-3	3	4	1.25350	75.834	0.5			
136	-1	5	4	1.25020	76.070	0.7			
137	2	-2	4	1.24620	76.358	0.5			
138	4	0	0	1.24400	76.517	2.6			
139	-2	6	2	1.24400	76.517	2.6			
140	-1	7	0	1.23480	77.192	1.9			
141	-4	0	3	1.23480	77.192	1.9			
142	-4	-2	1	1.23120	77.460	1.3			
143	-1	-7	1	1.23120	77.460	1.3			
144	-4	-2	2	1.22950	77.587	1.1			
145	2	2	4	1.22950	77.587	1.1			
146	-4	2	2	1.22750	77.737	0.7			
147	-3	1	5	1.22280	78.093	1.1			
148	-3	-5	2	1.22280	78.093	1.1			
149	-3	5	0	1.21800	78.459	1.0			
150	2	6	1	1.21800	78.459	1.0			
151	-3	5	2	1.21470	78.714	0.8			
152	3	5	0	1.20880	79.173	0.6			
153	1	-7	1	1.20880	79.173	0.6			
154	3	-1	3	1.20740	79.283	0.6			
155	-1	-1	6	1.20410	79.544	0.5			
156	0	-4	5	1.20410	79.544	0.5			
157	-4	2	0	1.19970	79.894	0.7			
158	3	1	3	1.19970	79.894	0.7			
159	-2	-6	3	1.19700	80.110	0.3			
160	-1	-7	2	1.19490	80.280	0.3			
161	4	2	0	1.19490	80.280	0.3			
162	1	7	1	1.19340	80.401	0.5			
163	-4	-2	3	1.19340	80.401	0.5			
164	-4	2	3	1.18760	80.875	0.5			
165	-2	-4	5	1.18760	80.875	0.5			
166	1	-3	5	1.17990	81.514	1.2			
167	-2	0	6	1.17990	81.514	1.2			
168	-1	7	2	1.17730	81.732	0.4			
169	-3	-5	3	1.17730	81.732	0.4			
170	4	0	1	1.17400	82.011	0.9			
171	-2	6	3	1.17400	82.011	0.9			
172	0	4	5	1.17180	82.198	0.2			
173	0	0	6	1.17000	82.352	0.7			

174	3	-5	1	1.16800	82.524	0.3
175	-3	5	3	1.16210	83.035	0.5
176	-4	0	4	1.16210	83.035	0.5
177	-2	4	5	1.16080	83.149	0.5
178	1	3	5	1.15530	83.634	0.6
179	1	-7	2	1.15240	83.892	0.6
180	3	5	1	1.15240	83.892	0.6
181	0	-6	4	1.15040	84.071	0.7
182	-3	-3	5	1.15040	84.071	0.7
183	-2	-2	6	1.14840	84.251	0.2
184	1	5	4	1.14840	84.251	0.2
185	-1	-5	5	1.14110	84.916	0.3
186	0	-2	6	1.14010	85.008	0.3
187	2	6	2	1.14010	85.008	0.3
188	3	-3	3	1.13320	85.649	1.2
189	-2	2	6	1.13320	85.649	1.2
190	-4	-2	4	1.12860	86.083	0.4
191	2	-4	4	1.12860	86.083	0.4
192	0	2	6	1.12330	86.589	0.1
193	-4	2	4	1.12160	86.753	0.3
194	3	3	3	1.11630	87.268	0.5
195	0	6	4	1.11630	87.268	0.5
196	-2	-6	4	1.11440	87.454	1.6
197	-4	4	1	1.11150	87.740	0.2
198	-4	-4	2	1.10990	87.899	0.2
199	-4	-4	1	1.10990	87.899	0.2

Stick Pattern



Name and formula

Reference code: 01-075-1202

Mineral name: Paragonite-2M1

Compound name: Sodium Aluminum Silicate Hydroxide

Common name: Sodium aluminium phyllo-alumotrisilicate dihydroxide

Empirical formula: $\text{Al}_3\text{H}_2\text{NaO}_{12}\text{Si}_3$

Chemical formula: $\text{NaAl}_2 (\text{AlSi}_3\text{O}_{10}) (\text{OH})_2$

Crystallographic parameters

Crystal system: Monoclinic

Space group: C2/c

Space group number: 15

a (Å): 5.1280

b (Å): 8.8980

c (Å): 19.2870

Alpha (°): 90.0000

Beta (°): 94.3500

Gamma (°): 90.0000

Volume of cell (10^6 pm^3): 877.51

Z: 4.00

RIR: 0.48

Subfiles and quality

Subfiles: Ceramic

Common Phase

Forensic

ICSD Pattern

Inorganic

Mineral

Quality: Blank (B)

Comments

ANX: AB2C4X12

Creation Date: 11/20/2008

Modification Date: 1/19/2011

ANX: AB2C4X12

Analysis: H2 Al3 Na1 O12 Si3

Formula from original source: $\text{NaAl}_2 (\text{AlSi}_3\text{O}_{10}) (\text{OH})_2$

ICSD Collection Code: 30663

Calculated Pattern Original Remarks: Mean T-O: 1.653, 1.652. Wyckoff Sequence: f9 e(C12/C1). Unit Cell Data Source: Single Crystal.

References

Primary reference:
Structure:

Calculated from ICSD using POWD-12++, (2004)
Lin, C.Y., Bailey, S.W., *Am. Mineral.*, **69**, 122, (1984)

Peak list

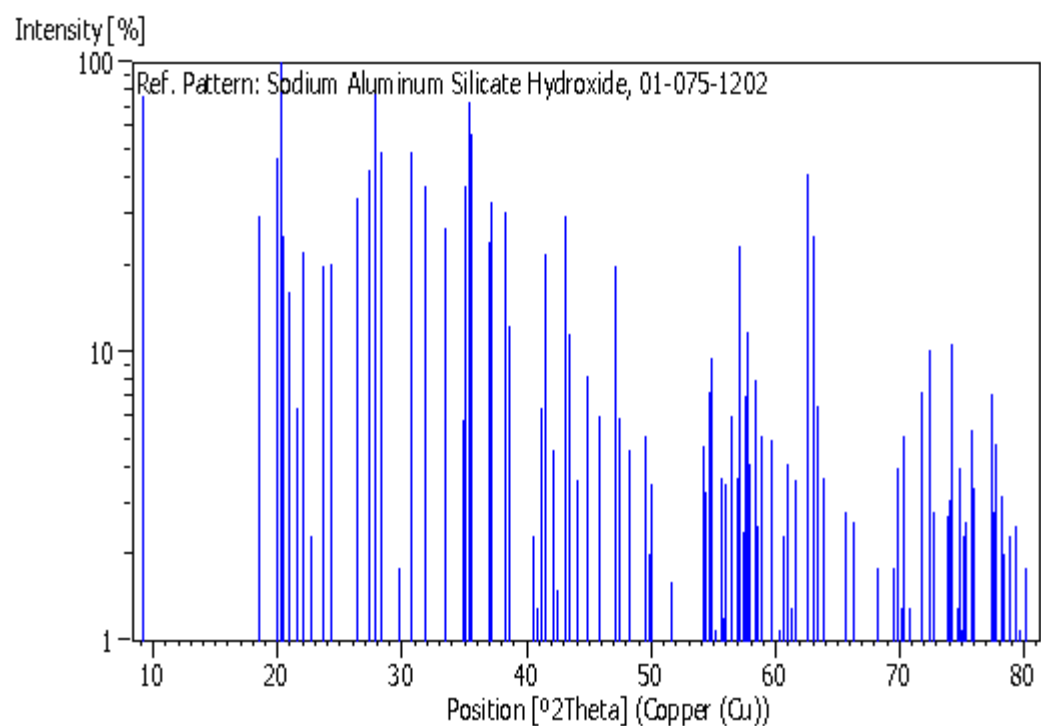
No.	h	k	l	d [Å]	2Theta[deg]	I [%]
1	0	0	2	9.61570	9.190	76.9
2	0	0	4	4.80790	18.439	29.3
3	0	2	0	4.43340	20.012	46.5
4	1	1	0	4.43340	20.012	46.5
5	-1	1	1	4.38360	20.241	100.0
6	0	2	1	4.33450	20.473	25.1
7	1	1	1	4.25920	20.839	16.1
8	-1	1	2	4.13070	21.495	6.4
9	0	2	2	4.03780	21.996	22.2
10	1	1	2	3.92900	22.613	2.3
11	-1	1	3	3.76400	23.618	19.7
12	0	2	3	3.65500	24.333	20.0
13	1	1	3	3.53910	25.143	0.8
14	-1	1	4	3.37160	26.414	34.2
15	0	2	4	3.26540	27.289	42.7
16	0	0	6	3.20520	27.812	80.0
17	1	1	4	3.15740	28.242	49.4
18	-1	1	5	3.00480	29.708	1.8
19	0	2	5	2.90970	30.702	48.7
20	1	1	5	2.81510	31.761	37.7
21	-1	1	6	2.68260	33.374	26.9
22	0	2	6	2.60060	34.459	0.6
23	1	3	0	2.56560	34.944	5.8
24	-1	3	1	2.55590	35.081	37.5
25	2	0	0	2.55590	35.081	37.5
26	1	3	1	2.53050	35.445	73.6
27	1	1	6	2.51870	35.616	57.1
28	-2	0	2	2.51870	35.616	57.1
29	2	0	2	2.42550	37.034	23.9
30	-1	3	3	2.41380	37.220	32.8
31	1	3	3	2.35130	38.247	30.5
32	-2	0	4	2.33180	38.580	12.3
33	-1	3	4	2.30020	39.131	0.8
34	1	1	7	2.26940	39.684	0.1
35	1	3	4	2.22850	40.444	0.4
36	2	2	0	2.21880	40.629	2.3
37	-2	2	1	2.21880	40.629	2.3
38	0	4	1	2.20980	40.801	1.3
39	2	2	1	2.18950	41.197	6.4
40	2	0	4	2.18950	41.197	6.4
41	-1	1	8	2.17290	41.526	21.8
42	-1	3	5	2.17290	41.526	21.8
43	-2	2	3	2.13890	42.217	4.6
44	2	2	2	2.12960	42.411	1.5
45	0	4	3	2.09780	43.085	29.3
46	1	3	5	2.09780	43.085	29.3
47	-2	0	6	2.07700	43.539	11.5
48	2	2	3	2.05370	44.058	3.6
49	0	4	4	2.01890	44.859	8.3
50	-2	2	5	1.97760	45.848	6.0
51	-1	1	9	1.97760	45.848	6.0
52	2	2	4	1.96450	46.172	0.8
53	1	3	6	1.96450	46.172	0.8
54	2	0	6	1.92860	47.082	7.4
55	0	0	10	1.92310	47.225	19.9

56	0	4	5	1.92310	47.225	19.9
57	-1	3	7	1.91180	47.522	5.9
58	-2	2	6	1.88200	48.322	4.6
59	2	2	5	1.86820	48.702	0.1
60	1	3	7	1.84050	49.483	5.1
61	0	4	6	1.82750	49.859	2.0
62	-2	0	8	1.82160	50.032	3.5
63	-1	1	10	1.80820	50.428	0.7
64	-1	3	8	1.78850	51.023	0.5
65	2	2	6	1.76950	51.611	1.1
66	0	2	10	1.76530	51.743	1.6
67	0	4	7	1.72880	52.920	0.8
68	1	1	10	1.72340	53.098	0.3
69	1	3	8	1.72340	53.098	0.3
70	2	0	8	1.68860	54.281	4.7
71	-2	2	8	1.68580	54.379	3.3
72	2	4	0	1.67820	54.646	7.3
73	-1	5	1	1.67820	54.646	7.3
74	-1	3	9	1.67360	54.808	9.5
75	2	2	7	1.67360	54.808	9.5
76	2	4	1	1.66470	55.126	1.1
77	-1	1	11	1.66470	55.126	1.1
78	3	1	1	1.65700	55.404	0.6
79	1	5	2	1.65000	55.660	3.7
80	-3	1	3	1.65000	55.660	3.7
81	-2	4	3	1.64360	55.896	1.2
82	2	4	2	1.63940	56.051	3.5
83	-1	5	3	1.63580	56.186	0.8
84	3	1	2	1.62880	56.449	6.0
85	0	2	11	1.62880	56.449	6.0
86	1	5	3	1.61590	56.940	3.7
87	1	3	9	1.61200	57.091	23.4
88	2	4	3	1.60400	57.402	2.4
89	0	0	12	1.60400	57.402	2.4
90	-1	5	4	1.59900	57.598	7.1
91	-2	0	10	1.59610	57.713	11.8
92	3	1	3	1.59100	57.915	4.1
93	1	1	11	1.59100	57.915	4.1
94	-3	1	5	1.57850	58.418	8.0
95	2	2	8	1.57850	58.418	8.0
96	1	5	4	1.57440	58.585	2.5
97	-1	3	10	1.56700	58.888	5.1
98	-2	4	5	1.56700	58.888	5.1
99	2	4	4	1.56040	59.162	0.3
100	-1	5	5	1.55440	59.414	0.6
101	3	1	4	1.54560	59.786	5.0
102	0	4	9	1.54100	59.983	0.6
103	-1	1	12	1.54100	59.983	0.6
104	-3	1	6	1.53140	60.398	1.1
105	1	5	5	1.52620	60.625	2.3
106	-2	4	6	1.51810	60.983	4.1
107	1	3	10	1.51080	61.309	1.3
108	2	4	5	1.51080	61.309	1.3
109	0	2	12	1.50780	61.444	0.6
110	-2	2	10	1.50400	61.617	3.6
111	-1	5	6	1.50400	61.617	3.6
112	2	0	10	1.48300	62.587	29.7
113	0	6	0	1.48300	62.587	29.7
114	-3	3	1	1.48090	62.686	40.9
115	-3	1	7	1.48090	62.686	40.9
116	-1	3	11	1.47100	63.156	25.3

117	3	3	1	1.46610	63.391	6.5
118	0	6	2	1.46610	63.391	6.5
119	2	4	6	1.45720	63.824	2.6
120	0	4	10	1.45480	63.942	3.7
121	-1	5	7	1.44990	64.184	0.3
122	0	6	3	1.44480	64.438	0.4
123	3	3	2	1.44480	64.438	0.4
124	3	1	6	1.43940	64.709	0.2
125	-3	3	4	1.43940	64.709	0.2
126	-1	1	13	1.43180	65.094	0.1
127	-3	1	8	1.42440	65.475	0.4
128	3	3	3	1.41980	65.714	2.8
129	1	3	11	1.41980	65.714	2.8
130	-2	0	12	1.40760	66.356	2.6
131	2	2	10	1.40760	66.356	2.6
132	0	2	13	1.40380	66.559	1.0
133	-1	5	8	1.39390	67.094	0.1
134	-1	3	12	1.38370	67.655	0.7
135	0	6	5	1.38370	67.655	0.7
136	1	1	13	1.37640	68.063	0.9
137	-3	3	6	1.37640	68.063	0.9
138	0	4	11	1.37370	68.215	1.8
139	0	0	14	1.37370	68.215	1.8
140	-3	1	9	1.36820	68.527	0.6
141	1	5	8	1.36160	68.906	0.1
142	-2	4	9	1.35290	69.413	0.7
143	3	3	5	1.35010	69.577	1.8
144	0	6	6	1.34590	69.826	4.0
145	2	4	8	1.34590	69.826	4.0
146	-2	2	12	1.34130	70.100	1.3
147	-3	3	7	1.33870	70.257	5.1
148	-1	1	14	1.33870	70.257	5.1
149	2	2	11	1.33080	70.736	1.3
150	3	1	8	1.32810	70.901	1.1
151	0	2	14	1.31380	71.792	7.3
152	2	0	12	1.31380	71.792	7.3
153	-1	3	13	1.30320	72.468	10.1
154	0	4	12	1.30030	72.655	2.8
155	2	4	9	1.28840	73.435	0.9
156	1	1	14	1.28840	73.435	0.9
157	2	6	0	1.28280	73.809	2.7
158	-2	6	1	1.28280	73.809	2.7
159	-1	5	10	1.28150	73.896	1.5
160	-4	0	2	1.27990	74.004	3.1
161	-2	6	2	1.27790	74.139	10.7
162	2	6	1	1.27790	74.139	10.7
163	3	1	9	1.27250	74.507	0.7
164	-2	2	13	1.26960	74.706	1.3
165	3	3	7	1.26720	74.872	4.0
166	-2	6	3	1.26720	74.872	4.0
167	2	6	2	1.26520	75.011	1.1
168	0	6	8	1.26220	75.220	2.3
169	1	3	13	1.26100	75.304	2.6
170	2	2	12	1.26100	75.304	2.6
171	-1	1	15	1.25480	75.742	5.4
172	4	0	2	1.25480	75.742	5.4
173	-2	6	4	1.25140	75.984	3.4
174	-2	0	14	1.25140	75.984	3.4
175	-2	4	11	1.24200	76.663	0.6
176	-1	7	1	1.23250	77.363	7.2
177	0	4	13	1.23250	77.363	7.2

178	-4	2	2	1.23000	77.549	2.8
179	-3	5	2	1.23000	77.549	2.8
180	2	6	4	1.22790	77.707	4.8
181	-1	5	11	1.22790	77.707	4.8
182	-3	5	3	1.22130	78.207	3.2
183	1	7	2	1.22130	78.207	3.2
184	-4	0	6	1.21960	78.337	2.0
185	0	6	9	1.21830	78.436	1.3
186	3	1	10	1.21830	78.436	1.3
187	-1	7	3	1.21550	78.652	0.8
188	-4	2	4	1.21260	78.877	2.3
189	3	5	2	1.21260	78.877	2.3
190	1	1	15	1.21090	79.009	0.6
191	-3	3	10	1.21090	79.009	0.6
192	4	2	2	1.20730	79.291	2.5
193	1	7	3	1.20730	79.291	2.5
194	2	6	5	1.20360	79.583	0.9
195	-2	2	14	1.20360	79.583	0.9
196	0	0	16	1.20200	79.710	1.1
197	-4	2	5	1.19590	80.199	1.8
198	3	5	3	1.19590	80.199	1.8

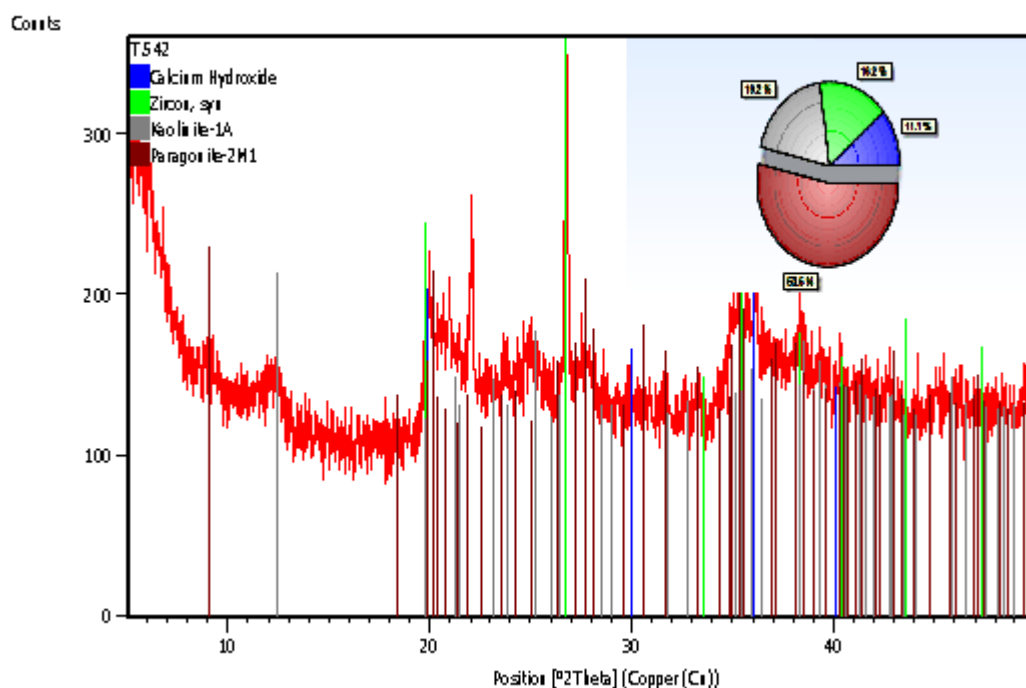
Stick Pattern



Anchor Scan Parameters

Dataset Name: T.542
File name: E:\DATA PENGUJIAN\Analisa Yang sudah selesai\26Oktober\P.Anang\T.542\T.542.xrdml
Comment: Configuration=Reflection-Transmission Spinner, Owner=User-1, Creation date=12/2/2011 8:19:55 AM
Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Minimum step size 2Theta:0.001; Minimum step size Omega:0.001
Sample stage=Reflection-Transmission Spinner PW3064/60; Minimum step size Phi:0.1
Diffractometer system=XPERT-PRO
Measurement program=C:\PANalytical\Data Collector\Programs\scan 5-50.xrdmp, Identifier={253C65A4-1BC6-4E17-AF5D-60414526AF3A}
scan 5-50
Measurement Date / Time: 10/20/2015 1:28:14 PM
Operator: Institut Teknologi
Raw Data Origin: XRD measurement (*.XRDML)
Scan Axis: Gonio
Start Position [$^{\circ}2\theta$.]: 5.0084
End Position [$^{\circ}2\theta$.]: 49.9904
Step Size [$^{\circ}2\theta$.]: 0.0170
Scan Step Time [s]: 10.1600
Scan Type: Continuous
PSD Mode: Scanning
PSD Length [$^{\circ}2\theta$.]: 2.12
Offset [$^{\circ}2\theta$.]: 0.0000
Divergence Slit Type: Fixed
Divergence Slit Size [$^{\circ}$]: 0.2177
Specimen Length [mm]: 10.00
Measurement Temperature [$^{\circ}\text{C}$]: 25.00
Anode Material: Cu
K-Alpha1 [Å]: 1.54060
K-Alpha2 [Å]: 1.54443
K-Beta [Å]: 1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio: 0.50000
Generator Settings: 30 mA, 40 kV
Diffractometer Type: 000000001119014
Diffractometer Number: 0
Goniometer Radius [mm]: 240.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]: 100.00
Incident Beam Monochromator: No
Spinning: No

Graphics



Peak List

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
12.4415	25.09	0.5353	7.11463	11.49
19.9702	88.25	0.2676	4.44620	40.42
22.0784	133.23	0.1338	4.02619	61.02
25.0588	41.03	0.8029	3.55368	18.79
26.7253	218.34	0.1673	3.33575	100.00
27.7896	34.11	0.4684	3.21037	15.62
35.3594	126.89	0.0502	2.53852	58.11
36.1511	72.99	0.1673	2.48472	33.43
38.4127	33.59	0.5353	2.34348	15.39

Pattern List

Visible	Ref.Code	Score	Compound Name	Displ. [°2Th]	Scale
Fac.	Chem. Formula				
*	01-070-6447	66	Calcium Hydroxide	0.373	
0.406	Ca (O H) 2				
*	01-070-7133	55	Zirconium Silicate	-0.184	
0.777	Zr (Si O 4)				
*	01-072-2300	23	Aluminum Silicate ..	-0.148	
0.217	Al2 Si2 O5 (O H) 4				
*	01-075-1202	45	Sodium Aluminum Si..	-0.091	
0.249	Na Al2 (Al Si3 O1..				

Document History

Insert Measurement:

- File name = "T.542.xrdml"
- Modification time = "10/29/2015 9:43:05 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Default properties:

- Measurement step axis = "None"

- Internal wavelengths used from anode material: Copper (Cu)
- Original K-Alpha1 wavelength = "1.54060"
- Used K-Alpha1 wavelength = "1.54060"
- Original K-Alpha2 wavelength = "1.54443"
- Used K-Alpha2 wavelength = "1.54443"
- Original K-Beta wavelength = "1.39225"
- Used K-Beta wavelength = "1.39225"
- Irradiated length = "10.00000"
- Spinner used = "No"
- Receiving slit size = "0.10000"
- Step axis value = "0.00000"
- Offset = "0.00000"
- Sample length = "10.00000"
- Modification time = "10/29/2015 9:43:05 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Interpolate Step Size:

- Derived = "Yes"
- Step Size = "0.01"
- Modification time = "10/29/2015 9:43:05 AM"
- Modification editor = "PANalytical"

Search Peaks:

- Minimum significance = "1"
- Minimum tip width = "0.02"
- Maximum tip width = "1"
- Peak base width = "2"
- Method = "Minimum 2nd derivative"
- Modification time = "10/21/2015 12:32:46 PM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Search & Match:

- Allow pattern shift = "Yes"
- Auto residue = "Yes"
- Data source = "Peak list"
- Demote unmatched strong = "Yes"
- Multi phase = "Yes"
- Restriction set = "Untitled"
- Restriction = "Restriction set"
- Subset name = ""
- Match intensity = "Yes"
- Two theta shift = "0"
- Identify = "Yes"
- Max. no. of accepted patterns = "10"
- Minimum score = "10"
- Min. new lines / total lines = "60"
- Search depth = "10"
- Minimum new lines = "5"
- Minimum scale factor = "0.1"
- Intensity threshold = "0"
- Use line clustering = "Yes"
- Line cluster range = "1.5"
- Search sensitivity = "1.8"
- Use adaptive smoothing = "Yes"
- Smoothing range = "1.5"
- Threshold factor = "3"
- Modification time = "10/29/2015 9:43:20 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Search & Match:

- Allow pattern shift = "Yes"
- Auto residue = "Yes"
- Data source = "Peak list"
- Demote unmatched strong = "Yes"
- Multi phase = "Yes"
- Restriction set = "Untitled"
- Restriction = "Restriction set"
- Subset name = ""
- Match intensity = "Yes"
- Two theta shift = "0"
- Identify = "Yes"
- Max. no. of accepted patterns = "10"

- Minimum score = "10"
- Min. new lines / total lines = "60"
- Search depth = "10"
- Minimum new lines = "5"
- Minimum scale factor = "0.1"
- Intensity threshold = "0"
- Use line clustering = "Yes"
- Line cluster range = "1.5"
- Search sensitivity = "1.8"
- Use adaptive smoothing = "Yes"
- Smoothing range = "1.5"
- Threshold factor = "3"
- Modification time = "10/29/2015 9:46:08 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Search & Match:

- Allow pattern shift = "Yes"
- Auto residue = "Yes"
- Data source = "Peak list"
- Demote unmatched strong = "Yes"
- Multi phase = "Yes"
- Restriction set = "Default"
- Restriction = "None"
- Subset name = ""
- Match intensity = "Yes"
- Two theta shift = "0"
- Identify = "Yes"
- Max. no. of accepted patterns = "10"
- Minimum score = "10"
- Min. new lines / total lines = "60"
- Search depth = "10"
- Minimum new lines = "5"
- Minimum scale factor = "0.1"
- Intensity threshold = "0"
- Use line clustering = "Yes"
- Line cluster range = "1.5"
- Search sensitivity = "1.8"
- Use adaptive smoothing = "Yes"
- Smoothing range = "1.5"
- Threshold factor = "3"
- Modification time = "10/29/2015 9:46:47 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Convert Ref. Pattern to Phase:

- Modification time = "10/29/2015 9:53:34 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Convert Ref. Pattern to Phase:

- Modification time = "10/29/2015 9:53:36 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Convert Ref. Pattern to Phase:

- Modification time = "10/29/2015 9:53:41 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

Convert Ref. Pattern to Phase:

- Modification time = "10/29/2015 9:53:44 AM"
- Modification editor = "Teknik Material"

TECHNICAL SPECIFICATION OF TOWER 500 kV

TOWER TYPE : T7.A2.(-03s/d+15).48.33.H (AA)

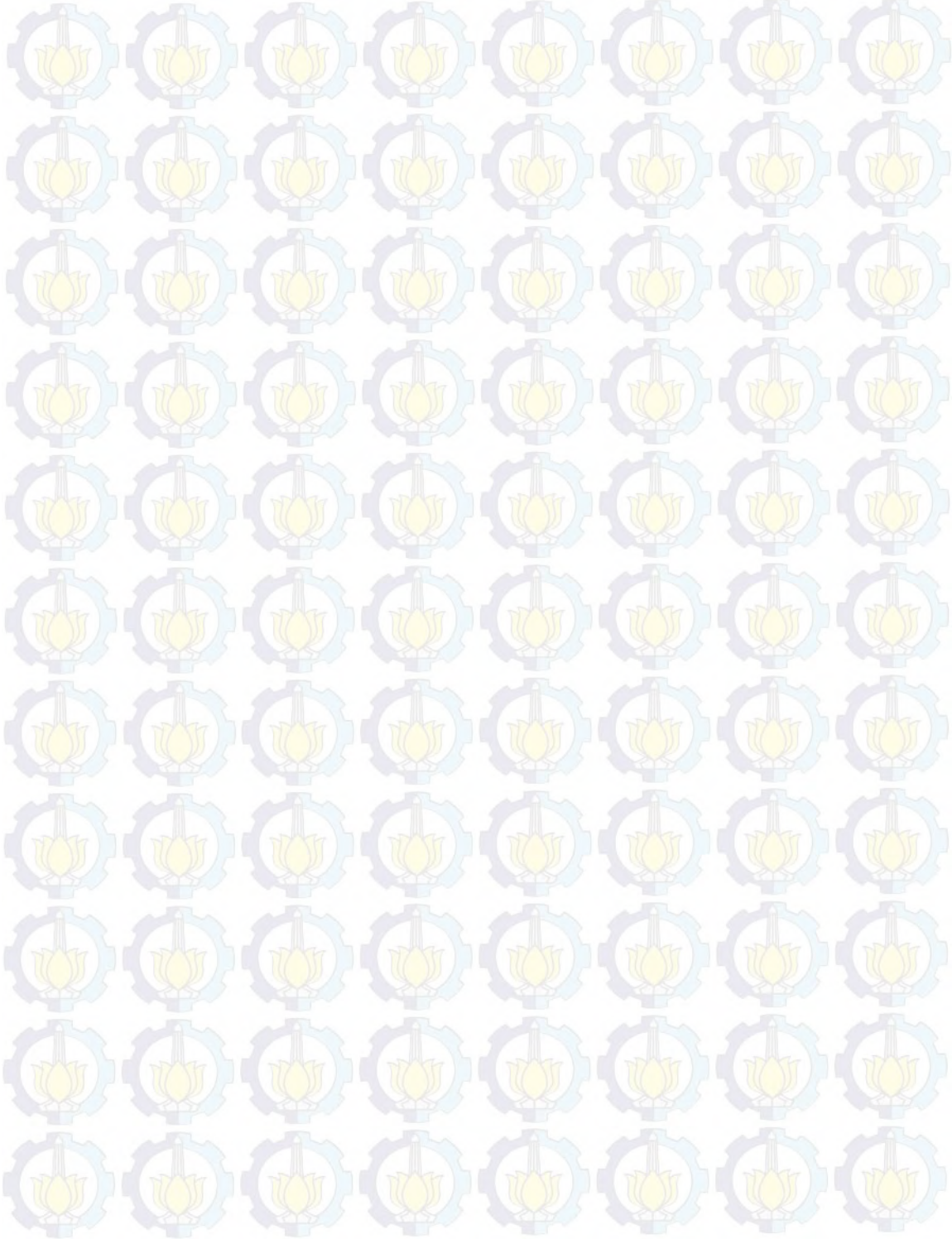
**LINE
ANGLE : 0° - 5°**

PARAMETERS	VALUE / DESIGNATION	REMARKS
I. STEEL ANGLE, BOLT & PLATE GRADES		
A. STEEL ANGLES		
- HIGH STRENGTH (HS)	JIS 3101 SS 540	
- MEDIUM STRENGTH (MS)	JIS 3101 SS400	
B. BOLTS & NUTS		
- BOLTS	JIS B1051 GRADE 6.8	
- NUTS	JIS B1051 GRADE 6.8	
C. STEEL PLATES		
- HIGH STRENGTH (HS)	EN 10025 S355JR	
- MEDIUM STRENGTH (MS)	JIS 3101 SS400	
II. CONDUCTORS		
- TYPE	450-A1/SA1A-54/7	
- NUMBER	4	
- UNFACTORED TENSION AT 27°C WITHOUT WIND PER CONDUCTOR / EDT (kN)	22.97	
- UNFACTORED TENSION AT 10°C WITH MAX WIND PER CONDUCTOR / MWT (kN)	49.69	
III. EARTHWIRES		
A. OPTIC WIRE		
- TYPE	OPGW 100	
- NUMBER	2	
- UNFACTORED TENSION AT 27°C WITHOUT WIND PER WIRE / EDT (kN)	11.04	
- UNFACTORED TENSION AT 10°C WITH MAX WIND PER WIRE / MWT (kN)	26	
B. STEEL WIRE		
- TYPE	-	
- NUMBER	-	
- UNFACTORED TENSION AT 27°C WITHOUT WIND PER WIRE / EDT (kN)	-	
- UNFACTORED TENSION AT 10°C WITH MAX WIND PER WIRE / MWT (kN)	-	
IV. DESIGN SPAN & SAG		
A. BASIC SPAN (m)	450	
B. SAG ON BASIC SPAN		
- SAG AT 27°C WITHOUT WIND (m)	18.552	
- SAG AT 80°C WITHOUT WIND (m)	19.246	
C. LOADING SPAN		
1. NORMAL CONDITION		
1.1 WEIGHT SPAN (m)		
1.1.1 MAXIMUM		
- SUSPENSION TOWER	1350	
- TENSION & DEAD END TOWER	1350	
1.1.2 MINIMUM		

- SUSPENSION TOWER	0	
- TENSION & DEAD END TOWER	0	
1.1.3 UPLIFT		
- SUSPENSION TOWER	0	
- TENSION & DEAD END TOWER	-900	
1.2 WIND SPAN (m)	495	
2. BROKEN WIRE CONDITION		
2.1 WEIGHT SPAN (m)		
2.1.1 MAXIMUM		
- SUSPENSION TOWER	1350	
- TENSION & DEAD END TOWER	1350	
2.1.2 MINIMUM		
- SUSPENSION TOWER	0	
- TENSION & DEAD END TOWER	0	
2.1.3 UPLIFT		
- SUSPENSION TOWER	-	
- TENSION & DEAD END TOWER	-	
2.2 WIND SPAN (m)	297	
V. OVERLOAD FACTORS		
1. NORMAL CONDITION	1.2	
2. BROKEN WIRE CONDITION	1.2	
VI. UNFACTORED DESIGN LOADS		
A. TOWER STRUCTURE		
1. ULTIMATE WIND PRESSURES		
- CONDUCTOR & GROUNDWIRE (N/m ²)	1060	
- INSULATOR (N/m ²)	1430	
- TOWER (N/m ²)	2350	
2. UNBALANCED LONGITUDINAL LOADS / CONDUCTOR		
2.1 BROKEN WIRES		
2.1.1 SUSPENSION TOWER : ONE WIRE BROKEN		
- CONDUCTOR (kN)	122.1	
- EARTHWIRE (kN)	22	
2.1.1 TENSION, TERMINAL & TRANSPOSITION TOWERS : TWO WIRES BROKEN		
- CONDUCTOR (kN)	195	
- EARTHWIRE (kN)	26	
2.2 CASCADE COLLAPSED AT ALL WIRE'S ATTACHMENTS		
2.2.1 SUSPENSION TOWER		
- CONDUCTOR (kN)	68	
- EARTHWIRE (kN)	15.3	
- MAXIMUM CONSECUTIVE NUMBER OF SUSPENSION TOWER	10	
2.2.2 TENSION & TRANSPOSITION TOWERS		
- CONDUCTOR (kN)	110	
- EARTHWIRE (kN)	12.3	

B. TOWER FOUNDATION			
1. NORMAL CONDITION			
1.1 MAXIMUM COMPRESSION	-3 TO +6	+9 TO +15	
- COMPRESSION/FZ (kN)	1603.2	1670.9	
- TRANSVERSAL SHEAR /FY(kN)	256.6	287.2	
- LONGITUDINALSHEAR/FX (kN)	256.7	292.5	
1.2 MAXIMUM UPLIFT	-3 TO +6	+9 TO +15	
- UPLIFT (kN)	1237.9	1257.1	
- TRANSVERSAL SHEAR (kN)	192.2	201.4	
- LONGITUDINALSHEAR (kN)	2009	222.1	
2. BROKEN WIRE CONDITION			
1.1 MAXIMUM COMPRESSION	-3 TO +6	+9 TO +15	
- COMPRESSION (kN)	1410.2	1452.5	
- TRANSVERSAL SHEAR (kN)	241	259	
- LONGITUDINALSHEAR (kN)	190.5	218.2	
1.2 MAXIMUM UPLIFT	-3 TO +6	+9 TO +15	
- UPLIFT (kN)	1023.4	1020	
- TRANSVERSAL SHEAR (kN)	172.2	178.5	
- LONGITUDINALSHEAR (kN)	135.7	148.2	
VII. WEIGHT OF TOWER			
A. STEEL ANGLES (kg)	HS	MS	
- BODY EXTENSION -3	14607.06	19716.75	
- BODY EXTENSION +0	15104.85	20978.58	
- BODY EXTENSION +3	15666.28	22178.10	
- BODY EXTENSION +6	16164.07	23439.93	
- BODY EXTENSION +9	16725.50	26300.84	
- BODY EXTENSION +12	17223.29	27562.67	
- BODY EXTENSION +15	17784.71	28829.01	
B. STEEL PLATES (kg)	HS	MS	
- BODY EXTENSION -3	1310.60	1352.10	
- BODY EXTENSION +0	1310.60	1372.80	
- BODY EXTENSION +3	1353.41	1610.35	
- BODY EXTENSION +6	1353.41	1631.05	
- BODY EXTENSION +9	1396.22	1716.46	
- BODY EXTENSION +12	1396.22	1737.16	
- BODY EXTENSION +15	1439.02	1756.06	
C. BOLTS & NUTS (pcs & kg)	QTY	WEIGHT	
- BODY EXTENSION -3	6899	2258.26	
- BODY EXTENSION +0	6770	2361.70	
- BODY EXTENSION +3	7740	2433.21	
- BODY EXTENSION +6	7602	2536.50	
- BODY EXTENSION +9	8204	2566.47	
- BODY EXTENSION +12	7998	2663.82	
- BODY EXTENSION +15	8517	2797.62	

D. ACCESSORIES (kg)	118.07	
E. TOTAL WEIGHT (kg)		
- BODY EXTENSION -3	39362.84	
- BODY EXTENSION +0	41246.60	
- BODY EXTENSION +3	43359.42	
- BODY EXTENSION +6	45243.03	
- BODY EXTENSION +9	48823.56	
- BODY EXTENSION +12	50701.23	
- BODY EXTENSION +15	52724.50	



TECHNICAL SPECIFICATION OF TOWER 500 kV

TOWER TYPE : T7.C2.(-03 s/d +15).48.33.H (CC)

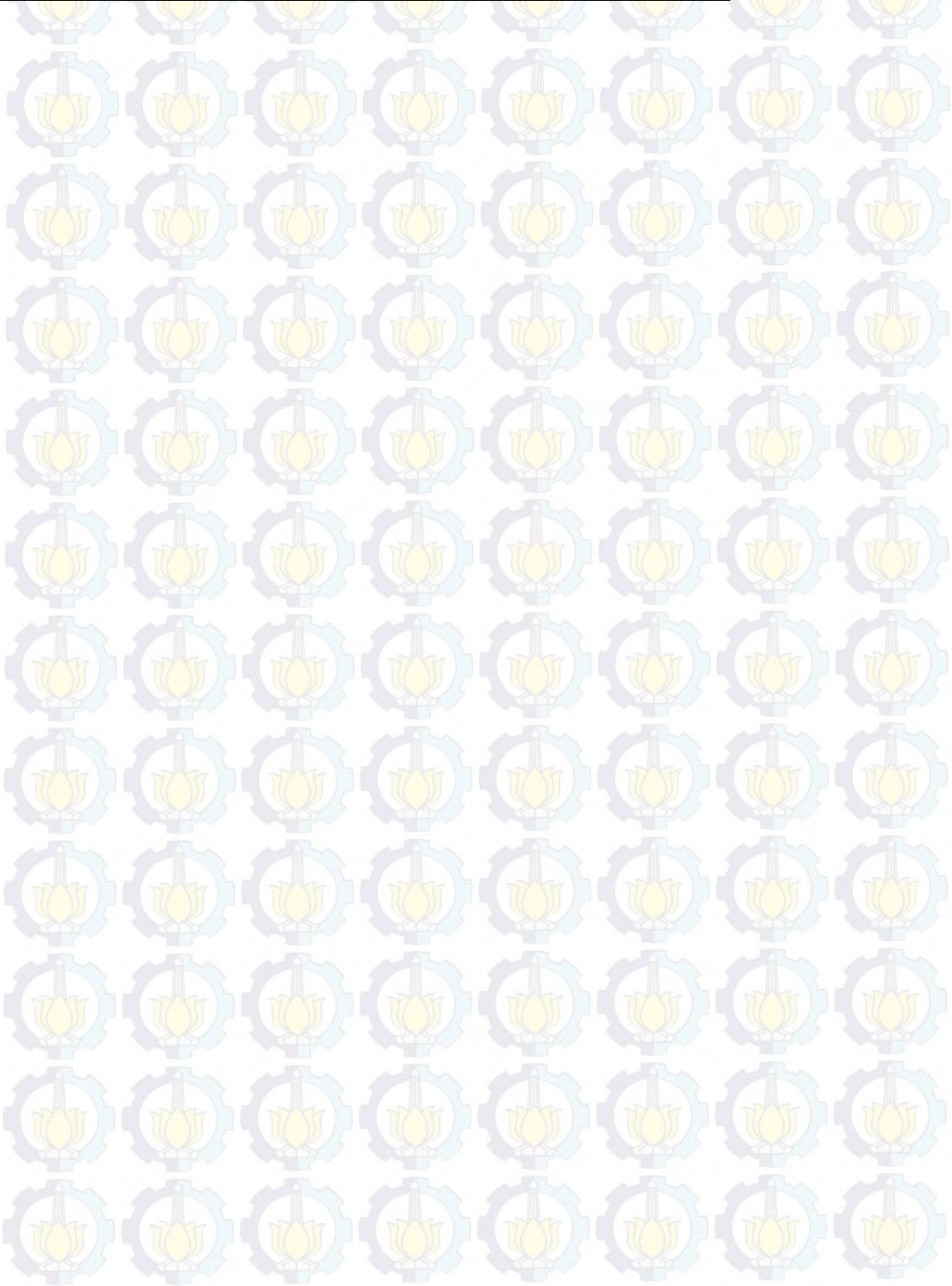
**LINE
ANGLE : 10°-30°**

PARAMETERS	VALUE / DESIGNATION	REMARKS
I. STEEL ANGLE, BOLT & PLATE GRADES		
A. STEEL ANGLES		
- HIGH STRENGTH (HS)	JIS 3101 SS 540	
- MEDIUM STRENGTH (MS)	JIS 3101 SS400	
B. BOLTS & NUTS		
- BOLTS	JIS-B1180 GRADE 6.8	
- NUTS	JIS-B1180 GRADE 6.8	
C. STEEL PLATES		
- HIGH STRENGTH (HS)	EN 10025 S355JR	
- MEDIUM STRENGTH (MS)	-	
II. CONDUCTORS		
- TYPE	450-A1/SA1A-54/7	
- NUMBER	4	
- UNFACTORED TENSION AT 27°C WITHOUT WIND PER CONDUCTOR / EDT (kN)	22.97	
- UNFACTORED TENSION AT 10°C WITH MAX WIND PER CONDUCTOR / MWT (kN)	49.69	
III. EARTHWIRES		
A. OPTIC WIRE		
- TYPE	OPGW 100	
- NUMBER	2	
- UNFACTORED TENSION AT 27°C WITHOUT WIND PER WIRE / EDT (kN)	11.04	
- UNFACTORED TENSION AT 10°C WITH MAX WIND PER WIRE / MWT (kN)	26	
B. STEEL WIRE		
- TYPE	-	
- NUMBER	-	
- UNFACTORED TENSION AT 27°C WITHOUT WIND PER WIRE / EDT (kN)	-	
- UNFACTORED TENSION AT 10°C WITH MAX WIND PER WIRE / MWT (kN)	-	
IV. DESIGN SPAN & SAG		
A. BASIC SPAN (m)	450	
B. SAG ON BASIC SPAN		
- SAG AT 27°C WITHOUT WIND (m)	18.552	
- SAG AT 80°C WITHOUT WIND (m)	19.246	
C. LOADING SPAN		
1. NORMAL CONDITION		
1.1 WEIGHT SPAN (m)		
1.1.1 MAXIMUM		
- SUSPENSION TOWER	1350	
- TENSION & DEAD END TOWER	1350	
1.1.2 MINIMUM		

- SUSPENSION TOWER	0	
- TENSION & DEAD END TOWER	0	
1.1.3 UPLIFT		
- SUSPENSION TOWER	-	
- TENSION & DEAD END TOWER		
1.2 WIND SPAN (m)	495	
2. BROKEN WIRE CONDITION		
2.1 WEIGHT SPAN (m)		
2.1.1 MAXIMUM		
- SUSPENSION TOWER	1350	
- TENSION & DEAD END TOWER	1350	
2.1.2 MINIMUM		
- SUSPENSION TOWER	0	
- TENSION & DEAD END TOWER	0	
2.1.3 UPLIFT		
- SUSPENSION TOWER	0	
- TENSION & DEAD END TOWER	-900	
2.2 WIND SPAN (m)	297	
V. OVERLOAD FACTORS		
1. NORMAL CONDITION	1.2	
2. BROKEN WIRE CONDITION	1.2	
VI. UNFACTORED DESIGN LOADS		
A. TOWER STRUCTURE		
1. ULTIMATE WIND PRESSURES		
- CONDUCTOR & GROUNDWIRE (N/m ²)	1060	
- INSULATOR (N/m ²)	1430	
- TOWER (N/m ²)	2350	
2. UNBALANCED LONGITUDINAL LOADS / CONDUCTOR		
2.1 BROKEN WIRES		
2.1.1 SUSPENSION TOWER : ONE WIRE BROKEN		
- CONDUCTOR (kN)	122.1	
- EARTHWIRE (kN)	22	
2.1.1 TENSION, TERMINAL & TRANSPOSITION TOWERS : TWO WIRES BROKEN		
- CONDUCTOR (kN)	195	
- EARTHWIRE (kN)	26	
2.2 CASCADE COLLAPSED AT ALL WIRE'S ATTACHMENTS		
2.2.1 SUSPENSION TOWER		
- CONDUCTOR (kN)	68	
- EARTHWIRE (kN)	15.3	
- MAXIMUM CONSECUTIVE NUMBER OF SUSPENSION TOWER	10	
2.2.2 TENSION & TRANSPOSITION TOWERS		
- CONDUCTOR (kN)	110	
- EARTHWIRE (kN)	12.3	
B. TOWER FOUNDATION		

1. NORMAL CONDITION			
1.1 MAXIMUM COMPRESSION	-3 TO +6	+9 TO +15	
- COMPRESSION/FZ (kN)	2402.98	2445.09	
- TRANSVERSAL SHEAR /FY(kN)	557.42	545.98	
- LONGITUDINAL SHEAR/FX (kN)	536.01	538.72	
1.2 MAXIMUM UPLIFT	-3 TO +6	+9 TO +15	
- UPLIFT (kN)	2171.63	2164.39	
- TRANSVERSAL SHEAR (kN)	455.96	481.61	
- LONGITUDINAL SHEAR (kN)	472.26	474.35	
2. BROKEN WIRE CONDITION			
1.1 MAXIMUM COMPRESSION	-3 TO +6	+9 TO +15	
- COMPRESSION (kN)	1947.89	2059.77	
- TRANSVERSAL SHEAR (kN)	496.75	496.89	
- LONGITUDINAL SHEAR (kN)	395.87	405.19	
1.2 MAXIMUM UPLIFT	-3 TO +6	+9 TO +15	
- UPLIFT (kN)	1797.44	1775.92	
- TRANSVERSAL SHEAR (kN)	337.07	356.76	
- LONGITUDINAL SHEAR (kN)	420.48	415.38	
VII. WEIGHT OF TOWER			
A. STEEL ANGLES (kg)	HS	MS	
- BODY EXTENSION -3	52338.57		
- BODY EXTENSION +0	55668.79		
- BODY EXTENSION +3	59251.6		
- BODY EXTENSION +6	62137.35		
- BODY EXTENSION +9	66781.87		
- BODY EXTENSION +12	69114.11		
- BODY EXTENSION +15	71915.37		
B. STEEL PLATES (kg)	HS	MS	
- BODY EXTENSION -3	2395.34		
- BODY EXTENSION +0	2428.79		
- BODY EXTENSION +3	2486.23		
- BODY EXTENSION +6	2647.04		
- BODY EXTENSION +9	2949.69		
- BODY EXTENSION +12	3155.71		
- BODY EXTENSION +15	3338.19		
C. BOLTS & NUTS (pcs & kg)	QTY	WEIGHT	
- BODY EXTENSION -3	8284	2566.6	
- BODY EXTENSION +0	8968	2787.4	
- BODY EXTENSION +3	9254	2847.2	
- BODY EXTENSION +6	9572	2954.39	
- BODY EXTENSION +9	10116	3112.39	
- BODY EXTENSION +12	10144	3092.92	
- BODY EXTENSION +15	10500	3213.14	
D. ACCESSORIES (kg)	118.07		

E. TOTAL WEIGHT (kg)			
- BODY EXTENSION -3	57418.58		
- BODY EXTENSION +0	61003.05		
- BODY EXTENSION +3	64703.1		
- BODY EXTENSION +6	67856.85		
- BODY EXTENSION +9	72962.02		
- BODY EXTENSION +12	75480.81		
- BODY EXTENSION +15	78584.77		



T534 diameter 50cm

		Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=											
KEDA-	Cn MIN	RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Qujung						QS1	QS2	Qs	Qall (SF=3)		
LAMAN		D KEBAWA	D KEBAWA	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)		SCHMERTM	tarik	
0.00	0.00	53.63	43.56	0.00	24.30	47679.21	0.00	0.00	0.00	KC	0.00	0.00	0.00	0.00	15.89	0.00	
0.20	0.00	54.89	50.67	0.00	26.39	51788.19	0.40	0.05	1.25	KC	0.00	0.00	0.00	0.00	17.26	0.00	
0.40	52.00	62.00	57.78	10.40	35.14	68970.97	0.80	0.10	0.82	KC	0.50	128.59	0.00	128.59	23.03	0.06	
0.60	50.00	65.33	61.44	17.00	40.19	78881.60	1.20	0.15	0.84	KS	5.80	2425.82	0.00	2425.82	27.10	1.21	
0.80	50.00	81.78	74.41	21.71	49.90	97935.50	1.60	0.20	0.83	KS	7.50	6342.17	0.00	6342.17	34.76	3.17	
1.00	60.00	92.89	85.52	26.50	57.85	113534.26	2.00	0.25	0.82	KS	7.30	11053.07	0.00	11053.07	41.53	5.53	
1.20	60.00	100.44	95.52	30.22	64.10	125799.88	2.40	0.30	0.81	KS	8.50	17559.94	0.00	17559.94	47.79	8.78	
1.40	60.00	110.44	105.52	33.20	70.59	138534.33	2.80	0.35	0.80	KS	8.30	24886.72	0.00	24886.72	54.47	12.44	
1.60	60.00	119.33	115.52	35.64	76.53	150192.37	3.20	0.40	0.79	KS	8.00	32862.81	0.00	32862.81	61.02	16.43	
1.80	64.00	129.33	125.52	38.00	82.71	162324.19	3.60	0.45	0.78	KS	8.00	41729.39	0.00	41729.39	68.02	20.86	
2.00	64.00	138.78	135.07	40.00	88.46	173608.56	4.00	0.50	0.77	KS	8.60	52192.77	0.00	52192.77	75.27	26.10	
2.20	85.00	148.33	144.63	43.21	94.85	186138.97	4.40	0.55	0.76	KS	11.50	67396.50	0.00	67396.50	84.51	33.70	

T534 diameter 60cm

		Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=										
KEDA-	Cn MIN	RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Quijung						QS1	QS2	Qs	Qall (SF=3)	
LAMAN		D KEBAWA	D KEBAWA	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)		SCHMERTM	tarik
0	0	53.63	43.56	0.00	24.30	68,658.06	0.00	0.00	0.00	KC	0.00	0.00	0.00	0.00	22.89	0
0.2	0	54.89	50.67	0.00	26.39	74,575.00	0.33	0.04	1.25	KC	0.00	0.00	0.00	0.00	24.86	0
0.4	52	62.00	57.78	10.40	35.14	99,318.20	0.67	0.08	0.82	KC	0.50	128.59	0.00	128.59	33.15	0.0642938
0.6	50	65.33	61.44	17.00	40.19	113,589.50	1.00	0.13	0.84	KS	5.80	2,438.69	0.00	2,438.69	38.68	1.2193463
0.8	50	81.78	74.41	21.71	49.90	141,027.12	1.33	0.17	0.84	KS	7.50	6,384.64	0.00	6,384.64	49.14	3.1923205
1	60	92.89	85.52	26.50	57.85	163,489.33	1.67	0.21	0.83	KS	7.30	11,140.54	0.00	11,140.54	58.21	5.5702692
1.2	60	100.44	95.52	30.22	64.10	181,151.83	2.00	0.25	0.82	KS	8.50	17,722.88	0.00	17,722.88	66.29	8.8614399
1.4	60	110.44	105.52	33.20	70.59	199,489.43	2.33	0.29	0.81	KS	8.30	25,149.95	0.00	25,149.95	74.88	12.574973
1.6	60	119.33	115.52	35.64	76.53	216,277.02	2.67	0.33	0.81	KS	8.00	33,252.31	0.00	33,252.31	83.18	16.626154
1.8	64	129.33	125.52	38.00	82.71	233,746.83	3.00	0.38	0.80	KS	8.00	42,278.69	0.00	42,278.69	92.01	21.139344
2	64	138.78	135.07	40.00	88.46	249,996.33	3.33	0.42	0.79	KS	8.60	52,954.15	0.00	52,954.15	100.98	26.477077
2.2	85	148.33	144.63	43.21	94.85	268,040.12	3.67	0.46	0.78	KS	11.50	68,501.04	0.00	68,501.04	112.18	34.250519

T534 diameter 80 cm

		Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=										
KEDA-	Cn MIN	RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Quijung						QS1	QS2	Qs	Qall (SF=3)	
LAMAN		4D KEBAWA	4D KEBAWA	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)		SCHMERTM	tarik
0	0	53.625	43.5556	0	24.29514	122058.7778	0	0	0	KC	0	0	0	0	40.686259	0
0.2	0	54.88889	50.66667	0	26.38889	132577.7778	0.25	0.03125	1.254	KC	0	0	0	0	44.192593	0
0.4	52	62	57.77778	10.4	35.14444	176565.6889	0.5	0.0625	0.818285	KC	0.5	128.587643	0	128.587643	58.898092	0.0642938
0.6	50	65.33333	61.44444	17	40.19444	201936.8889	0.75	0.09375	0.850751	KS	5.8	2454.78395	0	2454.78395	68.130558	1.227392

0.8	50	81.77778	74.40741	21.71429	49.90344	250714.8783	1	0.125	0.844866	KS	7.5	6437.72366	0	6437.72366	85.717534	3.2188618
1	60	92.88889	85.51852	26.5	57.85185	290647.7037	1.25	0.15625	0.838981	KS	7.3	11249.879	0	11249.879	100.63253	5.6249395
1.2	60	100.4444	95.51852	30.22222	64.10185	322047.7037	1.5	0.1875	0.833096	KS	8.5	17926.5483	0	17926.5483	113.32475	8.9632742
1.4	60	110.4444	105.5185	33.2	70.59074	354647.8815	1.75	0.21875	0.827211	KS	8.3	25478.9848	0	25478.9848	126.70896	12.739492
1.6	60	119.3333	115.5185	35.63636	76.53114	384492.4714	2	0.25	0.821326	KS	8	33739.1777	0	33739.1777	139.41055	16.869589
1.8	64	129.3333	125.5185	38	82.71296	415549.9259	2.25	0.28125	0.815441	KS	8	42965.3101	0	42965.3101	152.83841	21.482655
2	64	138.7778	135.0741	40	88.46296	444437.9259	2.5	0.3125	0.809556	KS	8.6	53905.8812	0	53905.8812	166.1146	26.952941
2.2	85	148.3333	144.6296	43.21429	94.84788	476515.7672	2.75	0.34375	0.803671	KS	11.5	69881.7126	0	69881.7126	182.13249	34.940856

T536 diameter 50cm

KEDA-	Cn MIN	Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=						Qs1	Qs2	Qs	Qall (SF=3)	Qtarik
LAMAN		RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Qujung										
		4D KEBAW	4D KEBAW	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)		SCHMERTM	SF=2
0	15	6.375	6.111111	5	5.621528	11032.24826	0	0	0	KC	0	0	0	0	3.6774161	0
0.2	7	6.222222	5	5.5	5.555556	10902.77778	0.4	0.05	0.818285	KC	0.5	64.2938214	0	64.2938214	3.6556905	0.3214691
0.4	6	5.666667	5.333333	5.6	5.55	10891.875	0.8	0.1	0.849574	KC	1.1	358.00369	0	358.00369	3.7499596	1.7900185
0.6	5	6.222222	6	5.5	5.805556	11393.40278	1.2	0.15	0.469713	KC	0.9	557.296206	0	557.296206	3.9835663	2.786481
0.8	5	6.888889	6.777778	5.428571	6.130952	12031.99405	1.6	0.2	0.556856	KC	0.8	837.315223	0	837.315223	4.2897698	4.1865761
1	4	7.888889	7.444444	5.25	6.458333	12674.47917	2	0.25	0.556856	KC	0.8	1187.33899	0	1187.33899	4.6206061	5.936695
1.2	4	8.555556	8.222222	5.111111	6.75	13246.875	2.4	0.3	0.556856	KC	0.8	1607.36752	0	1607.36752	4.9514142	8.0368376
1.4	4	9.666667	9	5	7.166667	14064.58333	2.8	0.35	0.556856	KC	0.8	2097.4008	0	2097.4008	5.387328	10.487004
1.6	5	10.44444	9.777778	5	7.555556	14827.77778	3.2	0.4	0.731142	KC	0.6	2648.89077	0	2648.89077	5.8255562	13.244454
1.8	5	11.22222	10.55556	5	7.944444	15590.97222	3.6	0.45	0.731142	KC	0.6	3269.31698	0	3269.31698	6.2867631	16.346585
2	10	12.22222	11.55556	5.384615	8.636752	16949.62607	4	0.5	0.731142	KC	0.6	3958.67943	0	3958.67943	6.9694352	19.793397
2.2	12	12.88889	12.22222	5.857143	9.206349	18067.46032	4.4	0.55	0.469713	KC	0.9	4689.41866	0	4689.41866	7.5856263	23.447093
2.4	12	13.55556	12.88889	6.266667	9.744444	19123.47222	4.8	0.6	0.469713	KC	0.9	5486.58872	0	5486.58872	8.2033536	27.432944
2.6	11	17.77778	17.11111	6.5625	12.00347	23556.81424	5.2	0.65	0.745998	KC	1	7010.55606	0	7010.55606	10.189123	35.05278
2.8	11	32.88889	32.55556	6.823529	19.77288	38804.26879	5.6	0.7	0.73582	KC	1	8631.03646	0	8631.03646	15.811768	43.155182
3	11	48.33333	48	7.470588	27.81863	54594.05637	6	0.75	0.469713	KC	0.9	9627.49904	0	9627.49904	21.407185	48.137495
3.2	11	63.44444	63.44444	8.117647	35.78105	70220.30229	6.4	0.8	0.71775	KC	1.5	12334.4419	0	12334.4419	27.518248	61.67221
3.4	12	78.88889	78.88889	7.941176	43.41503	85202.00163	6.8	0.85	0.708334	KC	1	14226.7056	0	14226.7056	32.512148	61.67221
3.6	14	94.22222	94.22222	8.352941	51.28758	100651.8791	7.2	0.9	0.698918	KC	1.1	16401.339	0	16401.339	37.662107	61.67221
3.8	16	109.3333	109.3333	8.941176	59.13725	116056.8627	7.6	0.95	0.689502	KC	1.3	19077.5918	0	19077.5918	42.797102	61.67221
4	18	124.2222	124.2222	9.705882	66.96405	131416.9526	8	1	0.680086	KC	1.1	21428.7462	0	21428.7462	47.917132	61.67221
4.2	50	138.8889	138.8889	12.35294	75.62092	148406.0458	8.4	1.05	0.67067	KS	3	28068.3792	0	28068.3792	53.580163	61.67221
4.4	150	150	150	20.94118	85.47059	167736.0294	8.8	1.1	1.254	KC	0	12334.4419	0	12334.4419	60.02349	61.67221

T536 diameter 60cm

KEDA-	Cn MIN	Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=						Qs1	Qs2	Qs	Qall (SF=3)	Qtarik
LAMAN		4D KEBAW	4D KEBAW	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)		SCHMERTM	SF=2

0	15	6.375	6.111111	5	5.621528	15886.4375	0	0	0	KC	0	0	0	0	0	5.2954792	0
0.2	7	6.222222	5	5.5	5.555556	15700	0.333333	0.041667	0.818285	KC	0.5	64.2938214	0	64.2938214	5.2547646	0.3214691	
0.4	6	5.666667	5.333333	5.6	5.55	15684.3	0.666667	0.083333	0.852713	KC	1.1	359.088772	0	359.088772	5.3477963	1.7954439	
0.6	5	6.222222	6	5.5	5.805556	16406.5	1	0.125	0.469713	KC	0.9	558.381288	0	558.381288	5.6549604	2.7919064	
0.8	5	6.888889	6.777778	5.428571	6.130952	17326.07143	1.333333	0.166667	0.556856	KC	0.8	838.400305	0	838.400305	6.0548239	4.1920015	
1	4	7.888889	7.444444	5.25	6.458333	18251.25	1.666667	0.208333	0.556856	KC	0.8	1188.42408	0	1188.42408	6.4798914	5.9421204	
1.2	4	8.555556	8.222222	5.111111	6.75	19075.5	2	0.25	0.556856	KC	0.8	1608.4526	0	1608.4526	6.8946509	8.042263	
1.4	4	9.666667	9	5	7.166667	20253	2.333333	0.291667	0.556856	KC	0.8	2098.48588	0	2098.48588	7.4504953	10.942929	
1.6	5	10.44444	9.777778	5	7.555556	21352	2.666667	0.333333	0.731142	KC	0.6	2649.97585	0	2649.97585	8.0006586	13.249879	
1.8	5	11.22222	10.55556	5	7.944444	22451	3	0.375	0.731142	KC	0.6	3270.40206	0	3270.40206	8.5738007	16.35201	
2	10	12.22222	11.55556	5.384615	8.636752	24407.46154	3.333333	0.416667	0.731142	KC	0.6	3959.76452	0	3959.76452	9.455742	19.798823	
2.2	12	12.88889	12.22222	5.857143	9.206349	26017.14286	3.666667	0.458333	0.469713	KC	0.9	4690.50374	0	4690.50374	10.235882	23.452519	
2.4	12	13.55556	12.88889	6.266667	9.744444	27537.8	4	0.5	0.469713	KC	0.9	5487.6738	0	5487.6738	11.008491	27.438369	
2.6	11	17.77778	17.11111	6.5625	12.00347	33921.8125	4.333333	0.541667	0.766399	KC	1	7053.31816	0	7053.31816	13.658377	35.266591	
2.8	11	32.88889	32.55556	6.823529	19.77288	55878.14706	4.666667	0.583333	0.758553	KC	1	8722.13402	0	8722.13402	21.533427	43.61067	
3	11	48.33333	48	7.470588	27.81863	78615.44118	5	0.625	0.469713	KC	0.9	9718.5966	0	9718.5966	29.444679	48.592983	
3.2	11	63.44444	63.44444	8.117647	35.78105	101117.2353	5.333333	0.666667	0.742859	KC	1.5	12520.2375	0	12520.2375	37.879158	62.601188	
3.4	12	78.88889	78.88889	7.941176	43.41503	122690.8824	5.666667	0.708333	0.735013	KC	1	14483.7714	0	14483.7714	45.724885	72.118857	
3.6	14	94.22222	94.22222	8.352941	51.28758	144938.7059	6	0.75	0.727166	KC	1.1	16746.2964	0	16746.2964	53.895001	83.731482	
3.8	16	109.3333	109.3333	8.941176	59.13725	167121.8824	6.333333	0.791667	0.719319	KC	1.3	19538.283	0	19538.283	62.220055	97.691415	

T536 diameter 80 cm

KEDA-	Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=												
Cn MIN	RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Quijung												
LAMAN	4D KEBAW	4D KEBAW	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1	Qs2	Qs	Qall (SF=3)	Qtarik		
											Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)		SCHMERTM	SF=2		
0	15	6.375	6.111111	5	5.621528	28242.55556	0	0	0	KC	0	0	0	0	9.4141852	0	
0.2	7	6.222222	5	5.5	5.555556	27911.11111	0.25	0.03125	0.818285	KC	0.5	64.2938214	0	64.2938214	9.325135	0.3214691	
0.4	6	5.666667	5.333333	5.6	5.55	27883.2	0.5	0.0625	0.856636	KC	1.1	360.445124	0	360.445124	9.4145484	1.8022256	
0.6	5	6.222222	6	5.5	5.805556	29167.11111	0.75	0.09375	0.469713	KC	0.9	559.73764	0	559.73764	9.9089496	2.7986882	
0.8	5	6.888889	6.777778	5.428571	6.130952	30801.90476	1	0.125	0.556856	KC	0.8	839.756657	0	839.756657	10.54722	4.1987833	
1	4	7.888889	7.444444	5.25	6.458333	32446.66667	1.25	0.15625	0.556856	KC	0.8	1189.78043	0	1189.78043	11.212149	5.9489021	
1.2	4	8.555556	8.222222	5.111111	6.75	33912	1.5	0.1875	0.556856	KC	0.8	1609.80895	0	1609.80895	11.840603	8.0490448	
1.4	4	9.666667	9	5	7.166667	36005.33333	1.75	0.21875	0.556856	KC	0.8	2099.84223	0	2099.84223	12.701725	10.499211	
1.6	5	10.44444	9.777778	5	7.555556	37959.11111	2	0.25	0.731142	KC	0.6	2651.3322	0	2651.3322	13.536814	13.256661	
1.8	5	11.22222	10.55556	5	7.944444	39912.88889	2.25	0.28125	0.731142	KC	0.6	3271.75841	0	3271.75841	14.394882	16.358792	
2	10	12.22222	11.55556	5.384615	8.636752	43391.04274	2.5	0.3125	0.731142	KC	0.6	3961.12087	0	3961.12087	15.784055	19.805604	
2.2	12	12.88889	12.22222	5.857143	9.206349	46252.69841	2.75	0.34375	0.469713	KC	0.9	4691.86009	0	4691.86009	16.98152	23.4593	
2.4	12	13.55556	12.88889	6.266667	9.744444	48956.08889	3	0.375	0.469713	KC	0.9	5489.03016	0	5489.03016	18.148373	27.445151	
2.6	11	17.77778	17.11111	6.5625	12.00347	60305.44444	3.25	0.40625	0.791901	KC	1	7106.77077	0	7106.77077	22.470738	35.533854	
2.8	11	32.88889	32.55556	6.823529	19.77288	99338.9281	3.5	0.4375	0.786016	KC	1	8836.00597	0	8836.00597	36.058311	44.18003	
3	11	48.33333	48	7.470588	27.81863	139760.7843	3.75	0.46875	0.469713	KC	0.9	9832.46855	0	9832.46855	49.864418	49.162343	

3.2	11	63.44444	63.44444	8.117647	35.78105	179763.9739	4	0.5	0.774246	KC	1.5	12752.482	0	12752.482	64.172152	63.76241
-----	----	----------	----------	----------	----------	-------------	---	-----	----------	----	-----	-----------	---	-----------	-----------	----------

T540 diameter 30cm

KEDA-	Cn MIN	Cn1	Cn2	Cn3	Cn2	Qp.=										
LAMAN		RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Qujung										
		4D KEBAW	4D KEBAW	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1	Qs2	Qs	Qall (SF=3)	tarik SF=2
												Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)		SCHMERTMAN	
0	9	8.5	7.333333	3	5.458333	3856.3125		0	0	0	KC	0	0	0	0	1.2854375
0.2	9	9	7.777778	4.5	6.444444	4553	0.666667	0.083333	1.079714	KC	0.2	33.9338686	0	33.9338686	1.528978	0.0169669
0.4	7	9.666667	8.444444	5	7.027778	4965.125	1.333333	0.166667	0.469713	KC	0.9	166.795546	0	166.795546	1.7106402	0.0833978
0.6	7	10.33333	9.444444	5.333333	7.611111	5377.25	2	0.25	0.731142	KC	0.6	373.604283	0	373.604283	1.9169514	0.186802
0.8	7	11.33333	10.44444	5.571429	8.230159	5814.607143	2.666667	0.333333	0.805633	KC	1.1	930.641727	0	930.641727	2.2484163	0.0563209
1	5	12.55556	11.66667	5.5	8.805556	6221.125	3.333333	0.416667	0.789939	KS	2.4	2420.24161	0	2420.24161	2.8804555	1.2101208
1.2	5	13.22222	13.11111	5.444444	9.305556	6574.375	4	0.5	0.774246	KS	2.6	4318.25038	0	4318.25038	3.6308751	2.1591252
1.4	7	14.77778	14.66667	5.6	10.16111	7178.825	4.666667	0.583333	0.643999	KC	0.7	4814.12961	0	4814.12961	3.9976515	2.2070648
1.6	10	16.11111	16	6	11.02778	7791.125	5.333333	0.666667	0.643999	KC	0.7	5380.84873	0	5380.84873	4.3906579	2.6904424
1.8	13	17.11111	17	6.583333	11.81944	8350.4375	6	0.75	0.727166	KC	1.2	6614.95331	0	6614.95331	4.9884636	3.3074767
2	15	18	17.88889	7.230769	12.58761	8893.144231	6.666667	0.833333	0.711473	KC	1.2	7956.58748	0	7956.58748	5.6165772	3.7982937
2.2	16	19.11111	18.66667	7.857143	13.37302	9448.035714	7.333333	0.916667	0.695779	KC	1.5	9760.6439	0	9760.6439	6.4028932	4.8803219
2.4	16	19.66667	19.33333	8.4	13.95	9855.675	8	1	0.680086	KC	1.6	11812.5605	0	11812.5605	7.2227452	5.9062803
2.6	18	20.66667	20.33333	9	14.75	10420.875	8.666667	1.083333	0.664393	KC	1.7	11812.5605	2129.8531	13942.4136	8.1210962	6.9712068
2.8	18	21.44444	21.11111	9.529412	15.40359	10882.63971	9.333333	1.166667	0.648699	KS	2	11812.5605	4576.3763	16388.9368	9.0905255	8.1944634
3	19	23.44444	23	10.64706	16.93464	11964.32353	10	1.25	0.633006	KC	1.9	11812.5605	6844.3463	18656.9068	10.207077	9.2848454
3.2	19	25.22222	24.77778	11.76471	18.38235	12987.13235	10.66667	1.333333	0.617313	KC	1.8	11812.5605	8939.6819	20752.2424	11.246458	10.376121
3.4	19	27.77778	27.33333	12.35294	19.95425	14097.67647	11.33333	1.416667	0.601619	KC	1.6	11812.5605	10754.853	22567.4139	12.221697	11.283707
3.6	21	30.66667	30.22222	13.05882	21.75163	15367.52941	12	1.5	0.585926	KS	2.3	11812.5605	13296.098	25108.6587	13.492063	12.554329
3.8	22	34	33.44444	13.94118	23.8317	16837.09559	12.66667	1.583333	0.570233	KC	1.8	11812.5605	15231.631	27044.1912	14.627096	13.5220084
4	22	36.77778	36.55556	14.82353	25.7451	18188.91176	13.33333	1.666667	0.554539	KS	2.1	11812.5605	17427.606	29240.167	15.809693	14.62096
4.2	25	40.22222	39.77778	15.88235	27.94118	19740.44118	14	1.75	0.538846	KS	2.5	11812.5605	19967.88	31780.441	17.173627	15.890221
4.4	25	43.11111	42.66667	17.05882	29.97386	21176.52941	14.66667	1.833333	0.523153	KS	2.5	11812.5605	22434.172	34246.7321	18.474421	17.123366
4.6	35	46.11111	45.66667	18.82353	32.35621	22859.66176	15.33333	1.916667	0.507459	KS	2.5	11812.5605	24826.48	36639.0404	19.832901	18.31952
4.8	35	48.11111	47.77778	20.47059	34.20752	24167.61029	16	2	0.491766	KS	2.9	11812.5605	27515.737	39328.2979	21.165303	19.664149
5	42	50.33333	49.88889	22.35294	36.23203	25597.92647	16.66667	2.083333	0.476073	KS	3.2	11812.5605	30388.496	42201.0564	22.599661	21.100528
5.2	45	51.66667	51.22222	24.23529	37.83987	26733.86765	17.33333	2.166667	0.460379	KS	3.3	11812.5605	33253.371	45065.9312	23.933266	22.532966
5.4	50	52.66667	51.88889	26.29412	39.28595	27755.52206	18	2.25	0.444686	KS	4	11812.5605	36607.574	48420.1342	25.391885	24.210067
5.6	50	52.66667	51.33333	28.29412	40.14706	28363.89706	18.66667	2.333333	0.428993	KS	4.8	11812.5605	40490.57	52303.1307	26.889009	26.151565
5.8	51	52.11111	50.22222	30.35294	40.7598	28796.80147	19.33333	2.416667	0.413299	KS	4.6	11812.5605	44075.647	55888.2072	28.228336	27.944104
6	51	50.66667	48.77778	32.29412	41.00817	28972.27206	20	2.5	0.397606	KS	3.9	11812.5605	46999.755	58812.3153	29.261529	29.466158
6.2	52	49.22222	46.88889	34.29412	41.17484	29090.02026	20.66667	2.583333	0.4	KS	4.5	11812.5605	50394.041	62206.601	30.432208	31.103301
6.4	54	47.22222	44.88889	36.35294	41.20425	29110.80147	21.33333	2.666667	0.4	KS	5.1	11812.5605	54240.898	66053.4582	31.72142	33.026729
6.6	54	46.375	43.75	38.41176	41.73713	29487.28401	22	2.75	0.4	KS	4.5	11812.5605	57635.183	69447.7439	32.978343	34.723872
6.8	54	45.14286	42.28571	40.47059	42.09244	29738.30672	22.66667	2.833333	0.4	KS	4.1	11812.5605	60727.755	72540.3153	34.092874	36.270158

7	51	43.66667	40.33333	42.23529	42.11765	29756.11765	23.33333	2.916667	0.4	KS	3.6	11812.5605	63443.183	75255.7439	35.003954	37.627872
7.2	45	41.6	38.2	43.58824	41.74412	29492.21912	24	3	0.4	KS	3.4	11812.5605	66007.755	77820.3153	35.770845	38.910158
7.4	40	39.25	36.5	44.64706	41.26103	29150.91728	24.66667	3.083333	0.4	KS	3.7	11812.5605	68798.612	80611.1725	36.587363	40.305586
7.6	38	37.33333	35.33333	45.41176	40.87255	28876.45588	25.33333	3.166667	0.4	KS	3.4	11812.5605	71363.183	83175.7439	37.350733	41.587872
7.8	34	36	34	45.94118	40.47059	28592.47059	26	3.25	0.4	KS	4.1	11812.5605	74455.755	86268.3153	38.286929	43.134158
8	34	34	34	45.88235	39.94118	28218.44118	26.66667	3.333333	0.4	KS	3.4	11812.5605	77020.326	88832.8868	39.017109	44.416443
8.2	30	30	30	45.58824	37.79412	26701.54412	27.33333	3.416667	0.4	KS	2.8	11812.5605	79132.326	90944.8868	39.215447	45.472443
8.4	35	35	35	45.17647	40.08824	28322.33824	28	3.5	0.4	KS	3.1	11812.5605	81470.612	93283.1725	40.53517	46.641586
8.6	43	43	43	45.05882	44.02941	31106.77941	28.66667	3.583333	0.4	KS	2.5	11812.5605	83356.326	95168.8868	42.091889	47.584443
8.8	42	42	42	44.58824	43.29412	30587.29412	29.33333	3.666667	0.4	KS	3.5	11812.5605	85996.326	97808.8868	42.798727	48.904443
9	48	48	48	44.47059	46.23529	32665.23529	30	3.75	0.4	KS	3.4	11812.5605	88560.898	100373.458	44.346231	50.186729
9.2	43	43	43	44	43.5	30732.75	30.66667	3.833333	0.4	KS	3.1	11812.5605	90899.183	102711.744	44.481498	51.355872
9.4	50	50	50	43.94118	46.97059	33184.72059	31.33333	3.916667	0.4	KS	3.6	11812.5605	93614.612	105427.172	46.203964	52.713586
9.6	44	44	44	43.47059	43.73529	30898.98529	32	4	0.4	KS	4.2	11812.5605	96782.612	108595.172	46.498053	54.297586
9.8	39	39	39	42.58824	40.79412	28821.04412	32.66667	4.083333	0.4	KS	3.8	11812.5605	99648.898	111461.458	46.760834	55.730729
10	44	44	44	42	43	30379.5	33.33333	4.166667	0.4	KS	4.2	11812.5605	102816.9	114629.458	48.336319	57.314729
10.2	45	45	45	41.47059	43.23529	30545.73529	34	4.25	0.4	KS	3.9	11812.5605	105758.61	117571.172	49.372303	58.785586
10.4	38	38	38	40.70588	39.35294	27802.85294	34.66667	4.333333	0.4	KS	3.1	11812.5605	108096.9	119909.458	49.237437	59.954729
10.6	41	41	41	40.47059	40.73529	28779.48529	35.33333	4.416667	0.4	KS	4	11812.5605	111114.04	122926.601	50.568695	61.463301
10.8	44	44	44	40.70588	42.35294	29922.35294	36	4.5	0.4	KS	3.9	11812.5605	114055.75	125868.315	51.930223	62.934158
11	53	53	53	41.58824	47.29412	33413.29412	36.66667	4.583333	0.4	KS	4.9	11812.5605	117751.75	129564.315	54.32587	64.782158
11.2	48	48	48	42.41176	45.20588	31937.95588	37.33333	4.666667	0.4	KS	4.9	11812.5605	121447.75	133260.315	55.06609	66.630158
11.4	59	59	59	43.88235	51.44118	36343.19118	38	4.75	0.4	KS	4.5	11812.5605	124842.04	136654.601	57.665931	68.327301
11.6	58	58	58	45.52941	51.76471	36571.76471	38.66667	4.833333	0.4	KS	4.8	11812.5605	128462.61	140275.172	58.948979	70.137586

T540 diameter 40cm

KEDA-	Cn MIN	Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=						Qs1	Qs2	Qs	Qall (SF=3)	tarik SF=2
LAMAN		RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Qujung						Qs1	Qs2	Qs		SCHMERTMANN
		4D KEBAW	4D KEBAW	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)			
0	9	8.5	7.333333	3	5.458333	6855.666667	0	0	0	KC		0	0	0	0	2.2852222
0.2	9	9	7.777778	4.5	6.444444	8094.222222	0.5	0.0625	1.079714	KC		0.2	33.9338686	0	33.9338686	2.7093854
0.4	7	9.666667	8.444444	5	7.027778	8826.888889	1	0.125	0.469713	KC		0.9	166.795546	0	166.795546	2.9978948
0.6	7	10.33333	9.444444	5.333333	7.611111	9559.555556	1.5	0.1875	0.731142	KC		0.6	373.604283	0	373.604283	3.1110533
0.8	7	11.33333	10.44444	5.571429	8.230159	10337.07937	2	0.25	0.821326	KC		1.1	941.492546	0	941.492546	3.759524
1	5	12.55556	11.66667	5.5	8.805556	11059.77778	2.5	0.3125	0.809556	KS		2.4	2468.08386	0	2468.08386	4.5092872
1.2	5	13.22222	13.11111	5.444444	9.305556	11687.77778	3	0.375	0.797786	KS		2.6	4423.79925	0	4423.79925	5.3705257
1.4	7	14.77778	14.66667	5.6	10.16111	12762.35556	3.5	0.4375	0.643999	KC		0.7	4919.67848	0	4919.67848	5.8904113
1.6	10	16.11111	16	6	11.02778	13850.88889	4	0.5	0.643999	KC		0.7	5486.3976	0	5486.3976	6.4457622
1.8	13	17.11111	17	6.583333	11.81944	14845.22222	4.5	0.5625	0.762476	KC		1.2	6780.4283	0	6780.4283	7.2085502
2	15	18	17.88889	7.230769	12.58761	15810.03419	5	0.625	0.750706	KC		1.2	8196.04533	0	8196.04533	8.0020265
2.2	16	19.11111	18.66667	7.857143	13.37302	16796.50794	5.5	0.6875	0.738936	KC		1.5	10112.0008	0	10112.0008	8.9695029

2.4	16	19.66667	19.33333	8.4	13.95	17521.2	6	0.75	0.727166	KC	1.6	12305.9645	0	12305.9645	9.9423882	6.1529823
2.6	18	20.66667	20.33333	9	14.75	18526	6.5	0.8125	0.715396	KC	1.7	14790.4326	0	14790.4326	11.105478	7.3952163
2.8	18	21.44444	21.11111	9.529412	15.40359	19346.91503	7	0.875	0.703626	KS	2	17886.387	0	17886.387	12.411101	8.9431935
3	19	23.44444	23	10.64706	16.93464	21269.9085	7.5	0.9375	0.691856	KC	1.9	20984.9135	0	20984.9135	14.084941	10.492457
3.2	19	25.22222	24.77778	11.76471	18.38235	23088.23529	8	1	0.680086	KC	1.8	24062.7885	3077.8749	27140.6634	16.742966	13.570332
3.4	19	27.77778	27.33333	12.35294	19.95425	25062.53595	8.5	1.0625	0.668316	KC	1.6	24062.7885	5766.4147	29829.2032	18.297246	14.914602
3.6	21	30.66667	30.22222	13.05882	21.75163	27320.05229	9	1.125	0.656546	KS	2.3	24062.7885	9563.1264	33625.9149	20.315322	16.812957
3.8	22	34	33.44444	13.94118	23.8317	29932.61438	9.5	1.1875	0.644776	KC	1.8	24062.7885	12481.198	36543.9869	22.158867	18.271993
4	22	36.77778	36.55556	14.82353	25.7451	32335.84314	10	1.25	0.633006	KS	2.1	24062.7885	15823.47	39886.2585	24.074034	19.943129
4.2	25	40.22222	39.77778	15.88235	27.94118	35094.11765	10.5	1.3125	0.621236	KS	2.5	24062.7885	19728.382	43791.1705	26.295096	21.895585
4.4	25	43.11111	42.66667	17.05882	29.97386	37647.1634	11	1.375	0.609466	KS	2.5	24062.7885	23559.311	47622.0997	28.423088	23.81105
4.6	35	46.11111	45.66667	18.82353	32.35621	40639.39869	11.5	1.4375	0.597696	KS	2.5	24062.7885	27316.258	51379.046	30.672815	25.689523
4.8	35	48.11111	47.77778	20.47059	34.20752	42964.64052	12	1.5	0.585926	KS	2.9	24062.7885	31588.495	55651.2836	32.871975	27.825642
5	42	50.33333	49.88889	22.35294	36.23203	45507.42484	12.5	1.5625	0.574156	KS	3.2	24062.7885	36207.99	60270.7787	35.259401	30.135389
5.2	45	51.66667	51.22222	24.23529	37.83987	47526.87582	13	1.625	0.562386	KS	3.3	24062.7885	40874.187	64936.9757	37.48795	32.468488
5.4	50	52.66667	51.88889	26.29412	39.28595	49343.15033	13.5	1.6875	0.550616	KS	4	24062.7885	46411.811	70474.5994	39.93925	35.2373
5.6	50	52.66667	51.33333	28.29412	40.14706	50424.70588	14	1.75	0.538846	KS	4.8	24062.7885	52914.912	76977.7009	42.467469	38.48885
5.8	51	52.11111	50.22222	30.35294	40.7598	51194.31373	14.5	1.8125	0.527076	KS	4.6	24062.7885	59010.923	83073.7113	44.756008	41.536856
6	51	50.66667	48.77778	32.29412	41.00817	51506.26144	15	1.875	0.515306	KS	3.9	24062.7885	64063.866	88126.6547	46.544305	44.063327
6.2	52	49.22222	46.88889	34.29412	41.17484	51715.59477	15.5	1.9375	0.503536	KS	4.5	24062.7885	69761.016	93823.8049	48.513133	46.911902
6.4	54	47.22222	44.88889	36.35294	41.20425	51752.53595	16	2	0.491766	KS	5.1	24062.7885	76066.862	100129.65	50.627395	50.064825
6.6	54	46.375	43.75	38.41176	41.73713	52421.83824	16.5	2.0625	0.479996	KS	4.5	24062.7885	81497.673	105560.462	52.660767	52.780231
6.8	54	45.14286	42.28571	40.47059	42.09244	52868.10084	17	2.125	0.468226	KS	4.1	24062.7885	86324.415	110387.203	54.418435	55.193602
7	51	43.66667	40.33333	42.23529	42.11765	52899.76471	17.5	2.1875	0.456456	KS	3.6	24062.7885	90455.994	114518.782	55.806182	57.259391
7.2	45	41.6	38.2	43.58824	41.74412	52430.61176	18	2.25	0.444686	KS	3.4	24062.7885	94257.424	118320.212	56.916941	59.160106
7.4	40	39.25	36.5	44.64706	41.26103	51823.85294	18.5	2.3125	0.432916	KS	3.7	24062.7885	98284.779	122347.568	58.05714	61.173784

T540 diameter 50cm

KEDA-	Cn MIN	Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=											
LAMAN		RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Qujung											
		4D KEBAW	4D KEBAW	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1	Qs2	Qs	Qall (SF=3)	tarik SF=2	
0	9	8.5	7.333333	3	5.458333	10711.97917	0	0	0	KC	0	0	0	0	3.5706597	0	0
0.2	9	9	7.777778	4.5	6.444444	12647.22222	0.4	0.05	1.079714	KC	0.2	33.9338686	0	33.9338686	4.227052	0.0169669	0
0.4	7	9.666667	8.444444	5	7.027778	13792.01389	0.8	0.1	0.469713	KC	0.9	166.795546	0	166.795546	4.6529365	0.0833978	0
0.6	7	10.33333	9.444444	5.333333	7.611111	14936.80556	1.2	0.15	0.731142	KC	0.6	373.604283	0	373.604283	5.1034699	0.1868021	0
0.8	7	11.33333	10.44444	5.571429	8.230159	16151.68651	1.6	0.2	0.830742	KC	1.1	948.003037	0	948.003037	5.6998965	0.4740015	0
1	5	12.55556	11.66667	5.5	8.805556	17280.90278	2	0.25	0.821326	KS	2.4	2496.78921	0	2496.78921	5.625954	1.2483946	0
1.2	5	13.22222	13.11111	5.444444	9.305556	18262.15278	2.4	0.3	0.81191	KS	2.6	4487.12858	0	4487.12858	7.5830938	2.2435643	0
1.4	7	14.77778	14.66667	6	10.16111	19941.18056	2.8	0.35	0.643999	KC	0.7	4983.00781	0	4983.00781	8.3808628	2.4915039	0
1.6	10	16.11111	16	6	11.02778	21642.01389	3.2	0.4	0.643999	KC	0.7	5549.72693	0	5549.72693	9.0639136	2.7748635	0
1.8	13	17.11111	17	6.583333	11.81944	23195.65972	3.6	0.45	0.783662	KC	1.2	6879.7133	0	6879.7133	10.025124	3.4398566	0

2	15	18	17.88889	7.230769	12.58761	24703.17842	4	0.5	0.774246	KC	1.2	8339.72004	0	8339.72004	11.014299	4.16986
2.2	16	19.11111	18.66667	7.857143	13.37302	26244.54365	4.4	0.55	0.76483	KC	1.5	10322.815	0	10322.815	12.18912	5.1614075
2.4	16	19.66667	19.33333	8.4	13.95	27376.875	4.8	0.6	0.755414	KC	1.6	12602.0069	0	12602.0069	13.326294	6.3010035
2.6	18	20.66667	20.33333	9	14.75	28946.875	5.2	0.65	0.745998	KC	1.7	15192.7514	0	15192.7514	14.713209	7.5963757
2.8	18	21.44444	21.11111	9.529412	15.40359	30229.55474	5.6	0.7	0.736582	KS	2	18433.7122	0	18433.7122	16.221089	9.2168561
3	19	23.44444	23	10.64706	16.93464	33234.23203	6	0.75	0.727166	KC	1.9	21690.3771	0	21690.3771	18.308203	10.845189
3.2	19	25.22222	24.77778	11.76471	18.38235	36075.36765	6.4	0.8	0.71775	KC	1.8	24938.7085	0	24938.7085	20.338025	12.469354
3.4	19	27.77778	27.33333	12.35294	19.95425	39160.21242	6.8	0.85	0.708334	KC	1.6	27966.3304	0	27966.3304	22.375514	13.983165
3.6	21	30.66667	30.22222	13.05882	21.75163	42687.5817	7.2	0.9	0.698918	KS	2.3	32513.2912	0	32513.2912	25.066958	16.256646
3.8	22	34	33.44444	13.94118	23.8317	46769.70997	7.6	0.95	0.689502	KC	1.8	36218.872	0	36218.872	27.662861	18.109436
4	22	36.77778	36.55556	14.82353	25.7451	50524.7549	8	1	0.680086	KS	2.1	40707.4396	0	40707.4396	30.410731	20.35372
4.2	25	40.22222	39.77778	15.88235	27.94118	54834.55882	8.4	1.05	0.67067	KS	2.5	40707.4396	5269.55	45976.9896	33.603849	22.988495
4.4	25	43.11111	42.66667	17.05882	29.97386	58823.69281	8.8	1.1	0.661254	KS	2.5	40707.4396	10465.117	51172.5567	36.665417	25.586278
4.6	35	46.11111	45.66667	18.82353	32.35621	63499.06046	9.2	1.15	0.651838	KS	2.5	40707.4396	15586.701	56294.141	39.931067	28.14707
4.8	35	48.11111	47.77778	20.47059	34.20752	67132.25082	9.6	1.2	0.642422	KS	2.9	40707.4396	21441.919	62149.3587	43.09387	31.074679
5	42	50.33333	49.88889	22.35294	36.23203	71105.35131	10	1.25	0.633006	KS	3.2	40707.4396	27808.151	68515.5904	46.540314	34.257795
5.2	45	51.66667	51.22222	24.23529	37.83987	74260.74346	10.4	1.3	0.62359	KS	3.3	40707.4396	34275.67	74983.1096	49.747951	37.491555
5.4	50	52.66667	51.88889	26.29412	39.28595	77098.67239	10.8	1.35	0.614174	KS	4	40707.4396	41996.715	82704.1541	53.267609	41.352077
5.6	50	52.66667	51.33333	28.29412	40.14706	78788.60294	11.2	1.4	0.604758	KS	4.8	40707.4396	51119.921	91827.3605	56.871988	45.91368
5.8	51	52.11111	50.22222	30.35294	40.7598	79991.1152	11.6	1.45	0.595342	KS	4.6	40707.4396	59726.865	100434.305	60.141807	50.217152

T540 diameter 60cm

Qs	Cn MIN	Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=												
KEDA-	Cn MIN	RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Quijung								QS1	QS2	Qs	Qall (SF=3)	tarik SF=2
LAMAN		4D KEBAW	4D KEBAW	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS					Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)		SCHMERTMANN	
0	9	8.5	7.333333	3	5.458333	15425.25	0	0	0	KC	0	0	0	0	0	0	5.14175	0
0.2	9	9	7.777778	4.5	6.444444	18212	0.333333	0.041667	1.079714	KC	0.2	33.9338686	0	33.9338686	6.081978	0.0169669		
0.4	7	9.666667	8.444444	5	7.027778	19860.5	0.666667	0.083333	0.469713	KC	0.9	166.795546	0	166.795546	6.6757652	0.0833978		
0.6	7	10.33333	9.444444	5.333333	7.611111	21509	1	0.125	0.731142	KC	0.6	373.604283	0	373.604283	7.2942014	0.1868021		
0.8	7	11.33333	10.44444	5.571429	8.230159	23258.42857	1.333333	0.166667	0.837019	KC	1.1	952.343365	0	952.343365	8.0702573	0.4761717		
1	5	12.55556	11.66667	5.5	8.805556	24884.5	1.666667	0.208333	0.829173	KS	2.4	2515.92611	0	2515.92611	9.1334754	1.2579631		
1.2	5	13.22222	13.11111	5.444444	9.305556	26297.5	2	0.25	0.821326	KS	2.6	4529.34813	0	4529.34813	10.275616	2.2646741		
1.4	7	14.77778	14.66667	5.6	10.16111	28715.3	2.333333	0.291667	0.643999	KC	0.7	5025.22736	0	5025.22736	11.246842	2.5126137		
1.6	10	16.11111	16	6	11.02778	31164.5	2.666667	0.333333	0.643999	KC	0.7	5591.94648	0	5591.94648	12.252149	2.7959732		
1.8	13	17.11111	17	6.583333	11.81944	33401.75	3	0.375	0.797786	KC	1.2	6945.90329	0	6945.90329	13.449218	3.4729516		
2	15	18	17.88889	7.230769	12.58761	35572.57692	3.333333	0.416667	0.789939	KC	1.2	8435.50318	0	8435.50318	14.66936	4.2177516		
2.2	16	19.11111	18.66667	7.857143	13.37302	37792.14286	3.666667	0.458333	0.782093	KC	1.5	10463.3577	0	10463.3577	16.085167	5.2316789		
2.4	16	19.66667	19.33333	8.4	13.95	39422.7	4	0.5	0.774246	KC	1.6	12799.3685	0	12799.3685	17.407356	6.3996843		
2.6	18	20.66667	20.33333	9	14.75	41683.5	4.333333	0.541667	0.766399	KC	1.7	15460.9639	0	15460.9639	19.048155	7.730482		
2.8	18	21.44444	21.11111	9.529412	15.40359	43530.55882	4.666667	0.583333	0.758553	KS	2	18798.5957	0	18798.5957	20.776385	9.3992978		
3	19	23.44444	23	10.64706	16.93464	47857.29412	5	0.625	0.750706	KC	1.9	22160.6861	0	22160.6861	23.339327	11.080343		

3.2	19	25.22222	24.77778	11.76471	18.38235	51948.52941	5.333333	0.666667	0.742859	KC		1.8	25522.6552	0	25522.6552	25.823728	12.761328
3.4	19	27.77778	27.33333	12.35294	19.95425	56390.70588	5.666667	0.708333	0.735013	KC		1.6	28664.3093	0	28664.3093	28.351672	14.332155
3.6	21	30.66667	30.22222	13.05882	21.75163	61470.11765	6	0.75	0.727166	KS		2.3	33395.0436	0	33395.0436	31.62172	16.697522
3.8	22	34	33.44444	13.94118	23.8317	67348.38235	6.333333	0.791667	0.719319	KC		1.8	37260.8712	0	37260.8712	34.869751	18.630436
4	22	36.77778	36.55556	14.82353	25.7451	72755.64706	6.666667	0.833333	0.711473	KS		2.1	41956.5908	0	41956.5908	38.237413	20.978295
4.2	25	40.22222	39.77778	15.88235	27.94118	78961.76471	7	0.875	0.703626	KS		2.5	47761.5053	0	47761.5053	42.24109	23.880753
4.4	25	43.11111	42.66667	17.05882	29.97386	84706.11765	7.333333	0.916667	0.695779	KS		2.5	53775.0267	0	53775.0267	46.160381	26.887513
4.6	35	46.11111	45.66667	18.82353	32.35621	91438.64706	7.666667	0.958333	0.687933	KS		2.5	59990.9897	0	59990.9897	50.476546	29.95495
4.8	35	48.11111	47.77778	20.47059	34.20752	96670.44118	8	1	0.880086	KS		2.9	67429.1874	0	67429.1874	54.699876	33.714594
5	42	50.33333	49.88889	22.35294	36.23203	102391.7059	8.333333	1.041667	0.672239	KS		3.2	67429.1874	8112.9684	75542.1558	59.311287	37.71078

T540 diameter 80cm

KEDA-	Cn MIN	RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Qp.=							Qs1	Qs2	Qs	Qall (SF=3)	tarik SF=2
LAMAN		4D KEBAW	8D KEBAW	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT		Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)			SCHMERTMANN
0	9	8.5	7.333333	3	5.458333	27422.66667	0	0	0	KC		0	0	0	0	9.1408889	0
0.2	9	9	7.777778	4.5	6.444444	32376.88889	0.25	0.03125	1.079714	KC		0.2	33.9338686	0	33.9338686	10.803608	0.0169669
0.4	7	9.666667	8.444444	5	7.027778	35307.55556	0.5	0.0625	0.469713	KC		0.9	166.795546	0	166.795546	11.824784	0.0833978
0.6	7	10.33333	9.444444	5.333333	7.611111	38238.22222	0.75	0.09375	0.731142	KC		0.6	373.604283	0	373.604283	12.870609	0.1868021
0.8	7	11.33333	10.44444	5.571429	8.230159	41348.31746	1	0.125	0.844866	KC		1.1	957.768774	0	957.768774	14.102029	0.4788844
1	5	12.55556	11.66667	5.5	8.805556	44239.11111	1.25	0.15625	0.838981	KS		2.4	2539.84723	0	2539.84723	15.592986	1.2699236
1.2	5	13.22222	13.11111	5.444444	9.305556	46751.11111	1.5	0.1875	0.833096	KS		2.6	4582.12257	0	4582.12257	17.111078	2.2910613
1.4	7	14.77778	14.66667	5.6	10.16111	51049.42222	1.75	0.21875	0.643999	KC		0.7	5078.0018	0	5078.0018	18.709141	2.5390009
1.6	10	16.11111	16	6	11.02778	55403.55556	2	0.25	0.643999	KC		0.7	5644.72092	0	5644.72092	20.349425	2.8223605
1.8	13	17.11111	17	6.583333	11.81944	59380.88889	2.25	0.28125	0.815441	KC		1.2	7028.64079	0	7028.64079	22.13651	3.5143204
2	15	18	17.88889	7.230769	12.58761	63240.13675	2.5	0.3125	0.809556	KC		1.2	8555.2321	0	8555.2321	23.93179	4.2776161
2.2	16	19.11111	18.66667	7.857143	13.37302	67186.03175	2.75	0.34375	0.803671	KC		1.5	10639.0362	0	10639.0362	25.941689	5.3195181
2.4	16	19.66667	19.33333	8.4	13.95	70084.8	3	0.375	0.797786	KC		1.6	13046.0705	0	13046.0705	27.71029	6.5230353
2.6	18	20.66667	20.33333	9	14.75	74104	3.25	0.40625	0.791901	KC		1.7	15796.2296	0	15796.2296	29.966743	7.8981148
2.8	18	21.44444	21.11111	9.529412	15.40359	77387.66013	3.5	0.4375	0.786016	KS		2	19254.7	0	19254.7	32.21412	9.62735
3	19	23.44444	23	10.64706	16.93464	85079.63399	3.75	0.46875	0.780131	KC		1.9	22748.5724	0	22748.5724	35.942735	11.374286
3.2	19	25.22222	24.77778	11.76471	18.38235	92352.94118	4	0.5	0.774246	KC		1.8	26252.5886	0	26252.5886	39.531777	13.126294
3.4	19	27.77778	27.33333	12.35294	19.95425	100250.1438	4.25	0.53125	0.768361	KC		1.6	29536.783	0	29536.783	43.262309	14.768392
3.6	21	30.66667	30.22222	13.05882	21.75163	109280.2092	4.5	0.5625	0.762476	KS		2.3	34497.234	0	34497.234	47.925814	17.248617
3.8	22	34	33.44444	13.94118	23.8317	119730.4575	4.75	0.59375	0.756591	KC		1.8	38563.3702	0	38563.3702	52.764609	19.281685
4	22	36.77778	36.55556	14.82353	25.7451	129343.3725	5	0.625	0.750706	KS		2.1	43518.0298	0	43518.0298	57.620467	21.759015
4.2	25	40.22222	39.77778	15.88235	27.94118	140376.4706	5.25	0.65625	0.744821	KS		2.5	49662.8031	0	49662.8031	63.346425	24.831402
4.4	25	43.11111	42.66667	17.05882	29.97386	150588.6536	5.5	0.6875	0.738936	KS		2.5	56049.3214	0	56049.3214	68.879325	28.024661
4.6	35	46.11111	45.66667	18.82353	32.35621	162557.5948	5.75	0.71875	0.733051	KS		2.5	62672.9607	0	62672.9607	75.076852	31.33648
4.8	35	48.11111	47.77778	20.47059	34.20752	171858.5621	6	0.75	0.727166	KS		2.9	70626.0792	0	70626.0792	80.828214	35.31304

[illegible]

7.4	30	38.5	38.5	24.94118	31.72059	22410.59559	24.66667	3.083333	0.4	KS		3.5	11036.4677	60829.497	71865.9646	31.42552	35.932982
7.6	38	41.33333	41.33333	26.23529	33.78431	23868.61765	25.33333	3.166667	0.4	KS		4.3	11036.4677	64072.925	75109.3932	32.99267	37.554697
7.8	40	43	43	27.52941	35.26471	24914.51471	26	3.25	0.4	KS		4.4	11036.4677	67391.783	78428.2503	34.447588	39.214125
8	46	46	46	29.29412	37.64706	26597.64706	26.66667	3.333333	0.4	KS		4.3	11036.4677	70635.211	81671.6789	36.089775	40.835839
8.2	39	39	39	30.64706	34.82353	24602.82353	27.33333	3.416667	0.4	KS		4.3	11036.4677	73878.64	84915.1074	36.505977	42.457554
8.4	38	38	38	31.70588	34.85294	24623.60294	28	3.5	0.4	KS		4.1	11036.4677	76971.211	88007.6789	37.543761	44.003839
8.6	45	45	45	33	39	27553.5	28.66667	3.583333	0.4	KS		5.7	11036.4677	81270.64	92307.1074	39.953536	46.153554
8.8	42	42	42	34.11765	38.05882	26888.55882	29.33333	3.666667	0.4	KS		4.8	11036.4677	84891.211	95927.6789	40.938746	47.963839
9	40	40	40	35	37.5	26493.75	30	3.75	0.4	KS		5.2	11036.4677	88813.497	99849.9646	42.114572	49.924982
9.2	47	47	47	36.29412	41.64706	29423.64706	30.66667	3.833333	0.4	KS		5.1	11036.4677	92660.354	103696.822	44.37349	51.848411
9.4	38	38	38	36.82353	37.41176	26431.41176	31.33333	3.916667	0.4	KS		4.6	11036.4677	96130.068	107166.536	44.532649	53.583268
9.6	41	41	41	37.47059	39.23529	27719.73529	32	4	0.4	KS		5.4	11036.4677	100203.21	111239.679	46.319805	55.619839
9.8	37	37	37	38.17647	37.58824	26556.08824	32.66667	4.083333	0.4	KS		6.1	11036.4677	104804.35	115840.822	47.465637	57.920411
10	40	40	40	39.05882	39.52941	27927.52941	33.33333	4.166667	0.4	KS		5	11036.4677	108575.78	119612.25	49.179927	59.806125
10.2	35	35	35	39.05882	37.02941	26161.27941	34	4.25	0.4	KS		5.4	11036.4677	112648.93	123685.393	49.948891	61.842697
10.4	36	36	36	38.94118	37.47059	26472.97059	34.66667	4.333333	0.4	KS		4.9	11036.4677	116344.93	127381.393	51.284788	63.690697
10.6	40	40	40	39.52941	39.76471	28093.76471	35.33333	4.416667	0.4	KS		5.5	11036.4677	120493.5	131529.965	53.20791	65.764982
10.8	42	42	42	40.23529	41.11765	29049.61765	36	4.5	0.4	KS		5.3	11036.4677	124491.21	135527.679	54.859099	67.763839
11	44	44	44	40.58824	42.29412	29880.79412	36.66667	4.583333	0.4	KS		5.8	11036.4677	128866.07	139902.536	56.594443	69.951268
11.2	45	45	45	40.88235	42.94118	30337.94118	37.33333	4.666667	0.4	KS		5.4	11036.4677	132939.21	143975.679	58.10454	71.987839
11.4	58	58	58	41.58824	49.79412	35179.54412	38	4.75	0.4	KS		6.2	11036.4677	137615.78	148652.25	61.277265	74.326125
11.6	55	55	55	42.52941	48.76471	34452.26471	38.66667	4.833333	0.4	KS		5.4	11036.4677	141688.93	152725.393	62.392553	76.362697
11.8	52	52	52	43.35294	47.67647	33683.42647	39.33333	4.916667	0.4	KS		6.6	11036.4677	146667.21	157703.679	63.795702	78.851839
12	50	50	50	43.64706	46.82353	33080.82353	40	5	0.4	KS		6	11036.4677	151192.93	162229.393	65.103406	81.114697
12.2	50	50	50	44.11765	47.05882	33247.05882	40.66667	5.083333	0.4	KS		6.5	11036.4677	156095.78	167132.25	66.793103	83.566125
12.4	45	45	45	44.41176	44.70588	31584.70588	41.33333	5.166667	0.4	KS		6	11036.4677	160621.5	171657.965	67.747557	85.828982
12.6	50	50	50	44.58824	47.29412	33413.29412	42	5.25	0.4	KS		6	11036.4677	165147.21	176183.679	69.865658	88.091839
12.8	44	44	44	44.94118	44.47059	31418.47059	42.66667	5.333333	0.4	KS		7.1	11036.4677	170502.64	181539.107	70.985859	90.769554
13	48	48	48	45.35294	46.67647	32976.92647	43.33333	5.416667	0.4	KS		6.4	11036.4677	175330.07	186366.536	73.114487	93.183268
13.2	65	65	65	47	56	39564	44	5.5	0.4	KS		7	11036.4677	180610.07	191646.536	77.070179	95.823268
13.4	50	50	50	47.58824	48.79412	34473.04412	44.66667	5.583333	0.4	KS		6	11036.4677	185135.78	196172.25	76.881765	98.086125
13.6	48	48	48	48.35294	48.17647	34036.67647	45.33333	5.666667	0.4	KS		6.2	11036.4677	189812.35	200848.822	78.295166	100.42441
13.8	45	45	45	48.88235	46.94118	33163.94118	46	5.75	0.4	KS		5	11036.4677	193583.78	204620.25	79.261397	102.31013
14	42	42	42	49	45.5	32145.75	46.66667	5.833333	0.4	KS		5.3	11036.4677	197581.5	208617.965	80.254572	104.30898
14.2	44	44	44	49.11765	46.55882	32893.80882	47.33333	5.916667	0.4	KS		6.1	11036.4677	202182.64	213219.107	82.037639	106.60955
14.4	40	40	40	48.88235	44.4118	31397.69118	48	6	0.4	KS		6	11036.4677	206708.35	217744.822	83.047504	108.87241
14.6	43	43	43	48.76471	45.88235	32415.88235	48.66667	6.083333	0.4	KS		4.9	11036.4677	210404.35	221440.822	84.618901	110.72041
14.8	45	45	45	48	46.5	32852.25	49.33333	6.166667	0.4	KS		5.3	11036.4677	214402.07	225438.536	86.096929	112.71927
15	41	41	41	47.17647	44.08824	31148.33824	50	6.25	0.4	KS		5.4	11036.4677	218475.21	229511.679	86.886672	114.75584
15.2	40	40	40	46.47059	43.23529	30545.73529	50.66667	6.333333	0.4	KS		6.2	11036.4677	223151.78	234188.25	88.244662	117.09413
15.4	38	38	38	45.76471	41.88235	29589.88235	51.33333	6.416667	0.4	KS		5.7	11036.4677	227451.21	238487.679	89.359187	119.24384

T542

diameter 40cm

KEDA-LAMAN	Cn MIN	Cn1 RATA2	Cn2 RATA2 MIN	Cn3 RATA2 MIN	Cn RATA2	Qp.= Quijung									Qs1 Qs1(0-8D)	Qs2 Qs(8D-L)	Qs	Qall (SF=3)	tarik SF=2
		4D KEBAW	4D KEBAW	8D KEATAS	UIJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS				FRICT					SCHMERTMANN	
0	0	14.11111	12.44444		0	6.638889	8338.444444	0	0	0	KC			0	0	0	0	2.7794815	0
0.2	10	15.11111	13.44444	2.5	8.388889	10536.44444	0.5	0.0625	0.818285	KC				0.5	64.2938214	0	64.2938214	3.5335794	0.0321469
0.4	18	15.11111	13.44444	5.6	9.938889	12483.24444	1	0.125	0.844866	KC				1	329.823136	0	329.823136	4.2710225	0.1649116
0.6	16	14.11111	12.77778	7.333333	10.38889	13048.44444	1.5	0.1875	0.833096	KC				1	722.568393	0	722.568393	4.5903376	0.3612842
0.8	16	13.66667	12.22222	8.571429	10.75794	13511.96825	2	0.25	0.821326	KC				1.5	1496.96148	0	1496.96148	5.0029766	0.7484807
1	18	13.11111	11.66667	9.75	11.06944	13903.22222	2.5	0.3125	0.809556	KS				2.1	2832.72888	0	2832.72888	5.5786504	1.4163644
1.2	15	12.55556	11	10.33333	11.05556	13885.77778	3	0.375	0.797786	KS				2.3	4562.7848	0	4562.7848	6.1495209	2.2813924
1.4	10	11.88889	10.66667	10.3	10.78889	13550.84444	3.5	0.4375	0.786016	KS				2.3	6551.40528	0	6551.40528	6.7007499	3.2757026
1.6	9	11.66667	11	10.18182	10.75758	13511.51515	4	0.5	0.774246	KC				1.5	8011.41203	0	8011.41203	7.1743091	4.005706
1.8	9	12.22222	11.66667	10.08333	11.01389	13833.44444	4.5	0.5625	0.762476	KC				1	9089.77094	0	9089.77094	7.6410718	4.5448855
2	10	12.88889	12.33333	10.07692	11.34402	14248.08547	5	0.625	0.469713	KC				0.9	9754.07933	0	9754.07933	8.0007216	4.8770397
2.2	12	13.55556	12.88889	10.21429	11.71825	14718.12698	5.5	0.6875	0.556856	KC				0.8	10524.1316	0	10524.1316	8.4140862	5.2620658
2.4	11	13.88889	13.22222	10.26667	11.91111	14960.35556	6	0.75	0.469713	KC				0.9	11321.3017	0	11321.3017	8.7605524	5.6606508
2.6	11	14.11111	13.77778	10.3125	12.12847	15233.36111	6.5	0.8125	0.715396	KC				1.8	13951.915	0	13951.915	9.7284254	6.9759575
2.8	12	14.88889	14.55556	10.41176	12.56699	15784.14379	7	0.875	0.703626	KC				1.6	16428.6785	0	16428.6785	10.737607	8.2143392
3	12	15.33333	15	11.1765	13.14216	16506.54902	7.5	0.9375	0.691856	KC				1.7	19201.0443	0	19201.0443	11.902531	9.6005222
3.2	13	15.77778	15.44444	11.88235	13.74673	17265.89542	8	1	0.680086	KC				1.8	22278.9193	0	22278.9193	13.181605	11.13946
3.4	15	16.55556	16.22222	12.76471	14.5768	18308.45752	8.5	1.0625	0.668316	KC				1.6	22278.9193	2688.5398	24967.459	14.425306	12.48373
3.6	15	17.77778	17.11111	13.05882	15.25163	19156.05229	9	1.125	0.656546	KS				2	22278.9193	5990.0283	28268.9475	15.808333	14.134474
3.8	15	18.66667	18	12.88235	15.60784	19603.45098	9.5	1.1875	0.644776	KS				2	22278.9193	9232.3304	31511.2497	17.038234	15.755625
4	15	20	19.11111	12.82353	16.18954	20334.06536	10	1.25	0.633006	KS				2.8	22278.9193	13688.693	35967.6119	18.767226	17.983806
4.2	16	21.11111	20.22222	12.82353	16.7451	21031.84314	10.5	1.3125	0.621236	KS				2.4	22278.9193	17437.408	39716.3274	20.24939	19.858164
4.4	18	22.55556	21.66667	12.82353	17.46732	21938.95425	11	1.375	0.609466	KS				2.2	22278.9193	20808.626	43087.5451	21.6755	21.543773
4.6	16	24.33333	23	12.88235	18.27451	22952.78431	11.5	1.4375	0.597696	KS				2.4	22278.9193	24415.294	46694.2135	23.215666	23.347107
4.8	16	25.66667	24	13.23529	19.03431	23907.09804	12	1.5	0.585926	KS				2.6	22278.9193	28245.576	50524.4955	24.810531	25.262248
5	20	26.66667	25	13.88235	19.85784	24941.45098	12.5	1.5625	0.574156	KS				3	22278.9193	32576.353	54855.2722	26.598908	27.427636
5.2	23	28.33333	26.66667	14.70588	21.10294	26505.29412	13	1.625	0.562386	KS				2.5	22278.9193	36111.351	58390.2699	28.298521	29.195135
5.4	23	29.66667	28.33333	15.47059	22.23529	27927.52941	13.5	1.6875	0.550616	KS				3.2	22278.9193	40541.45	62820.3689	30.249299	31.410184
5.6	25	31.33333	29.11111	16.23529	23.22876	29175.32026	14	1.75	0.538846	KS				2.5	22278.9193	43928.482	66207.4009	31.79424	33.1037
5.8	25	31.55556	29.66667	17.05882	23.83497	29936.71895	14.5	1.8125	0.527076	KS				3.1	22278.9193	48036.663	70315.5818	33.417434	35.157791
6	29	33	31.11111	18.11765	25.0866	31508.71124	15	1.875	0.515306	KS				3	22278.9193	51923.542	74202.4614	35.237078	37.101231
6.2	30	34.22222	32.33333	19.17647	26.22712	32941.26797	15.5	1.9375	0.503536	KS				3.7	22278.9193	56607.866	78886.7849	37.276018	39.443392
6.4	25	35.55556	34.11111	19.94118	27.38725	34398.39216	16	2	0.491766	KS				3.5	22278.9193	60935.406	83214.3257	39.204239	41.607163
6.6	25	36.25	35.25	20.64706	28.19853	35417.35294	16.5	2.0625	0.479996	KS				3.4	22278.9193	65038.686	87317.6057	40.911653	43.658803
6.8	35	37.85714	36.71429	21.82353	29.55462	37120.60504	17	2.125	0.468226	KS				3.7	22278.9193	69394.526	91673.4453	42.93135	45.836723
7	38	38.33333	37	23.17647	30.42157	38209.4902	17.5	2.1875	0.456456	KS				3.7	22278.9193	73640.871	95919.7903	44.70976	47.959895

7.2	30	38.4	36.8	24.05882	30.82941	38721.74118	18	2.25	0.444686	KS		4.8	22278.9193	79007.596	101286.515	46.66949	50.643258
7.4	30	38.5	38.5	24.94118	31.72059	39841.05882	18.5	2.3125	0.432916	KS		3.5	22278.9193	82817.257	105096.176	48.312412	52.548088
7.6	38	41.33333	41.33333	26.23529	33.78431	42433.09804	19	2.375	0.421146	KS		4.3	22278.9193	87370.446	109649.366	50.694155	54.824683
7.8	40	43	43	27.52941	35.26471	44292.47059	19.5	2.4375	0.409376	KS		4.4	22278.9193	91899.315	114178.234	52.823568	57.089117
8	46	46	46	29.29412	37.64706	47284.70588	20	2.5	0.397606	KS		4.3	22278.9193	96198.004	118476.923	55.253876	59.238461
8.2	39	39	39	30.64706	34.82353	43738.35294	20.5	2.5625	0.4	KS		4.3	22278.9193	100522.57	122801.494	55.513282	61.400747
8.4	38	38	38	31.70588	34.85294	43775.29412	21	2.625	0.4	KS		4.1	22278.9193	104646	126924.923	56.900072	63.462461
8.6	45	45	45	33	39	48984	21.5	2.6875	0.4	KS		5.7	22278.9193	110378.57	132657.494	60.547165	66.328747
8.8	42	42	42	34.11765	38.05882	47801.88235	22	2.75	0.4	KS		4.8	22278.9193	115206	137484.923	61.762268	68.742461
9	40	40	40	35	37.5	47100	22.5	2.8125	0.4	KS		5.2	22278.9193	120435.72	142714.637	63.271546	71.357319
9.2	47	47	47	36.29412	41.64706	52308.70588	23	2.875	0.4	KS		5.1	22278.9193	125564.86	147843.78	66.717495	73.92189
9.4	38	38	38	36.82353	37.41176	46989.17647	23.5	2.9375	0.4	KS		4.6	22278.9193	130191.15	152470.066	66.486414	76.235033
9.6	41	41	41	37.47059	39.23529	49279.52941	24	3	0.4	KS		5.4	22278.9193	135622	157900.923	69.060151	78.950461
9.8	37	37	37	38.17647	37.58824	47210.82353	24.5	3.0625	0.4	KS		6.1	22278.9193	141756.86	164035.78	70.415534	82.01789
10	40	40	40	39.05882	39.52941	49648.94118	25	3.125	0.4	KS		5	22278.9193	146785.43	169064.351	72.904431	84.532176
10.2	35	35	35	39.05882	37.02941	46508.94118	25.5	3.1875	0.4	KS		5.4	22278.9193	152216.29	174495.209	73.66805	87.247604
10.4	36	36	36	38.94118	37.47059	47063.05882	26	3.25	0.4	KS		4.9	22278.9193	157144.29	179423.209	75.495422	89.711604
10.6	40	40	40	39.52941	39.76471	49944.47059	26.5	3.3125	0.4	KS		5.5	22278.9193	162675.72	184954.637	78.299703	92.477319
10.8	42	42	42	40.23529	41.11765	51643.76471	27	3.375	0.4	KS		5.3	22278.9193	168006	190284.923	80.642896	95.142461
11	44	44	44	40.58824	42.29412	53121.41176	27.5	3.4375	0.4	KS		5.8	22278.9193	173839.15	196118.066	83.079826	98.059033
11.2	45	45	45	40.88235	42.94118	53934.11765	28	3.5	0.4	KS		5.4	22278.9193	179270	201548.923	85.161013	100.77446
11.4	58	58	58	41.58824	49.79412	62541.41176	28.5	3.5625	0.4	KS		6.2	22278.9193	185505.43	207784.351	90.108588	103.89218

T542 diameter 50cm

KEDA-LAMAN	Cn MIN	Cn1 RATA2 4D KEBAW	Cn2 RATA2 MIN 4D KEBAW	Cn3 RATA2 MIN 8D KEATAS	Cn RATA2 UJUNG	Qp.= Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS	FRICT	Qs1 Qs1(0-8D)	Qs2 Qs(8D-)	Qs	Qall (SF=3)	tarik SF=2
0	0	14.11111	12.44444	0	6.638889	13028.81944	0	0	0	KC	0	0	0	0	4.3429398
0.2	10	15.11111	13.44444	2.5	8.388889	16463.19444	0.4	0.05	0.818285	KC	0.5	64.2938214	0	64.2938214	5.5091628
0.4	18	15.11111	13.44444	5.6	9.938889	19505.06944	0.8	0.1	0.849574	KC	1	331.302793	0	331.302793	6.6121241
0.6	16	14.11111	12.77778	7.333333	10.38889	20388.19444	1.2	0.15	0.840158	KC	1	727.377279	0	727.377279	7.0385239
0.8	16	13.66667	12.22222	8.571429	10.75794	21112.4504	1.6	0.2	0.830742	KC	1.5	1510.64831	0	1510.64831	7.5410329
1	18	13.11111	11.66667	9.75	11.06944	21723.78472	2	0.25	0.821326	KC	2.1	2865.83621	0	2865.83621	8.1965403
1.2	15	12.55556	11	10.33333	11.05556	21696.52778	2.4	0.3	0.81191	KS	2.3	4626.52104	0	4626.52104	8.7743496
1.4	10	11.88889	10.66667	10.3	10.78889	21173.19444	2.8	0.35	0.802494	KS	2.3	6656.83086	0	6656.83086	9.2766751
1.6	9	11.66667	11	10.18182	10.75758	21111.74242	3.2	0.4	0.793078	KS	1.5	8152.34937	0	8152.34937	9.7546973
1.8	9	12.22222	11.66667	10.08333	11.01389	21614.75694	3.6	0.45	0.783662	KC	1	9260.67134	0	9260.67134	10.291809
2	10	12.88889	12.33333	10.07692	11.34402	22262.63355	4	0.5	0.469713	KC	0.9	9924.97973	0	9924.97973	10.729204
2.2	12	13.55556	12.88889	10.21429	11.71825	22997.07341	4.4	0.55	0.556856	KC	0.8	10695.032	0	10695.032	11.230702
2.4	11	13.88889	13.22222	10.26667	11.91111	23375.55556	4.8	0.6	0.469713	KC	0.9	11492.2021	0	11492.2021	11.622586
2.6	11	14.11111	13.77778	10.3125	12.12847	23802.12674	5.2	0.65	0.745998	KC	1.8	14235.3433	0	14235.3433	12.679157

2.8	12	14.88889	14.55556	10.41176	12.56699	24662.72467	5.6	0.7	0.736582	KC	1.6	16828.1119	0	16828.1119	13.830279	8.414056
3	12	15.33333	15	11.11765	13.14216	25791.48284	6	0.75	0.727166	KC	1.7	19741.97	0	19741.97	15.177818	9.870985
3.2	13	15.77778	15.44444	11.88235	13.74673	26977.9616	6.4	0.8	0.71775	KC	1.8	22990.3014	0	22990.3014	16.656088	11.495151
3.4	15	16.55556	16.22222	12.76471	14.5768	28606.96487	6.8	0.85	0.708334	KC	1.6	26017.9233	0	26017.9233	18.208296	13.008962
3.6	15	17.77778	17.11111	13.05882	15.25163	29931.3317	7.2	0.9	0.698918	KS	2	29971.8023	0	29971.8023	19.967711	14.985901
3.8	15	18.66667	18	12.88235	15.60784	30630.39216	7.6	0.95	0.689502	KS	2	34089.1142	0	34089.1142	21.573169	17.044557
4	15	20	19.11111	12.82353	16.18954	31771.97712	8	1	0.680086	KS	2.8	40073.871	0	40073.871	23.948616	20.036936
4.2	16	21.11111	20.22222	12.82353	16.7451	32862.2549	8.4	1.05	0.67067	KS	2.4	40073.871	5058.768	45132.639	25.998298	22.56632
4.4	18	22.55556	21.66667	12.82353	17.46732	34279.61601	8.8	1.1	0.661254	KS	2.2	40073.871	9630.8671	49704.7381	27.994785	24.852369
4.6	16	24.33333	23	12.88235	18.27451	35863.72549	9.2	1.15	0.651838	KS	2.4	40073.871	14547.588	54621.459	30.161728	27.31073
4.8	16	25.66667	24	13.23529	19.03431	37354.84069	9.6	1.2	0.642422	KS	2.6	40073.871	19797.093	59870.9645	32.408602	29.935482
5	20	26.66667	25	13.88235	19.85784	38971.01716	10	1.25	0.633006	KS	3	40073.871	25765.436	65839.3068	34.936775	32.919653
5.2	23	28.33333	26.66667	14.70588	21.10294	41414.52206	10.4	1.3	0.62359	KS	2.5	40073.871	30665.071	70738.9425	37.384488	35.369471
5.4	23	29.66667	28.33333	15.47059	22.23529	43636.76471	10.8	1.35	0.614174	KS	3.2	40073.871	36841.907	76915.7782	40.184181	38.457889
5.6	25	31.33333	29.11111	16.23529	23.22876	45586.43791	11.2	1.4	0.604758	KS	2.5	40073.871	41593.577	81667.4482	42.417962	40.833724
5.8	25	31.55556	29.66667	17.05882	23.83497	46776.12337	11.6	1.45	0.595342	KS	3.1	40073.871	47393.909	87467.7802	44.747968	43.73389
6	29	33	31.11111	18.11765	25.0866	49232.45507	12	1.5	0.58592	KS	3	40073.871	52918.354	92992.2254	47.408227	46.496113
6.2	30	34.22222	32.33333	19.17647	26.22712	51470.73121	12.4	1.55	0.57651	KS	3.7	40073.871	59622.342	99696.2131	50.388981	49.848107
6.4	25	35.55556	34.11111	19.94118	27.38725	53747.48775	12.8	1.6	0.567094	KS	3.5	40073.871	65860.376	105934.247	53.227245	52.967124
6.6	25	36.25	35.25	20.64706	28.19853	55339.61397	13.2	1.65	0.557678	KS	3.4	40073.871	71819.564	111893.435	55.74435	55.946717
6.8	35	37.85714	36.71429	21.82353	29.55462	58000.94538	13.6	1.7	0.548262	KS	3.7	40073.871	78195.068	118268.939	58.756628	59.134469
7	38	38.33333	37	23.17647	30.42157	59702.32843	14	1.75	0.538846	KS	3.7	40073.871	84461.077	124534.948	61.412425	62.267474
7.2	30	38.4	36.8	24.05882	30.82941	60502.72059	14.4	1.8	0.52943	KS	4.8	40073.871	92447.907	132521.778	64.341499	66.260889
7.4	30	38.5	38.5	24.94118	31.72059	62251.65441	14.8	1.85	0.520014	KS	3.5	40073.871	98168.061	138241.932	66.831195	69.120966
7.6	38	41.33333	41.33333	26.23529	33.78431	66301.71569	15.2	1.9	0.510598	KS	4.3	40073.871	105068.43	145142.299	70.481338	72.571149
7.8	40	43	43	27.52941	35.26471	69206.98529	15.6	1.95	0.501182	KS	4.4	40073.871	111999.06	152072.93	73.759972	76.036465
8	46	46	46	29.29412	37.64706	73882.35294	16	2	0.491766	KS	4.3	40073.871	118644.93	158718.796	77.533716	79.359398
8.2	39	39	39	30.64706	34.82353	68341.17647	16.4	2.05	0.482335	KS	4.3	40073.871	125163.54	165237.412	77.859529	82.618706
8.4	38	38	38	31.70588	34.85294	68398.89706	16.8	2.1	0.472934	KS	4.1	40073.871	131257.63	171331.504	79.910134	85.665752
8.6	45	45	45	33	39	76537.5	17.2	2.15	0.463518	KS	5.7	40073.871	139561.23	179635.098	85.390866	89.817549
8.8	42	42	42	34.11765	38.05882	74690.44118	17.6	2.2	0.454102	KS	4.8	40073.871	146411.68	186485.551	87.058664	93.242776
9	40	40	40	35	37.5	73593.75	18	2.25	0.444686	KS	5.2	40073.871	153679.12	193752.991	89.11558	96.876495

T542		diameter 60cm														
KEDA-LAMAN	Cn MIN	Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=										
		RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Quijung							Qs1	Qs2	Qs	Qall (SF=3) tarik SF=2
		4D KEBAW	4D KEBAW	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)			SCHMERTMANN
0	0	14.11111	12.44444	0	6.638889	18761.5	0	0	0	KC		0	0	0	0	6.2538333
0.2	10	15.11111	13.44444	2.5	8.388889	23707	0.333333	0.041667	0.818285	KC		0.5	64.2938214	0	64.2938214	7.9237646
0.4	18	15.11111	13.44444	5.6	9.938889	28087.3	0.666667	0.083333	0.852713	KC		1	332.289231	0	332.289231	9.4731964
0.6	16	14.11111	12.77778	7.333333	10.38889	29359	1	0.125	0.844866	KC		1	730.583202	0	730.583202	10.029861

0.8	16	13.66667	12.22222	8.571429	10.75794	30401.92857	1.333333	0.166667	0.837019	KC		1.5	1519.77286	0	1519.77286	10.640567	0.7598864
1	18	13.11111	11.66667	9.75	11.06944	31282.25	1.666667	0.208333	0.829173	KS		2.1	2887.90776	0	2887.90776	11.390053	1.4439539
1.2	15	12.55556	11	10.33333	11.05556	31243	2	0.25	0.821326	KS		2.3	4669.01186	0	4669.01186	11.970671	2.3345059
1.4	10	11.88889	10.66667	10.3	10.78889	30489.4	2.333333	0.291667	0.813479	KS		2.3	6727.11457	0	6727.11457	12.405505	3.3635573
1.6	9	11.66667	11	10.18182	10.75758	30400.90909	2.666667	0.333333	0.805633	KC		1.5	8246.3076	0	8246.3076	12.882406	4.1231538
1.8	9	12.22222	11.66667	10.08333	11.01389	31125.25	3	0.375	0.797786	KC		1	9374.60494	0	9374.60494	13.499952	4.6873025
2	10	12.88889	12.33333	10.07692	11.34402	32058.19231	3.333333	0.416667	0.469713	KC		0.9	10038.9133	0	10038.9133	14.032369	5.0194567
2.2	12	13.55556	12.88889	10.21429	11.71825	33115.78571	3.666667	0.458333	0.556856	KC		0.8	10808.9656	0	10808.9656	14.641584	5.4044828
2.4	11	13.88889	13.22222	10.26667	11.91111	33660.8	4	0.5	0.469713	KC		0.9	11606.1357	0	11606.1357	15.088979	5.8030678
2.6	11	14.11111	13.77778	10.3125	12.12847	34275.0625	4.333333	0.541667	0.766399	KC		1.8	14424.2955	0	14424.2955	16.233119	7.2121478
2.8	12	14.88889	14.55556	10.41176	12.56699	35514.32353	4.666667	0.583333	0.758553	KC		1.6	17094.4009	0	17094.4009	17.536241	8.5472005
3	12	15.33333	15	11.1765	13.14216	37139.73529	5	0.625	0.750706	KC		1.7	20102.5871	0	20102.5871	19.080774	10.051294
3.2	13	15.77778	15.44444	11.88235	13.74673	38848.26471	5.333333	0.666667	0.742859	KC		1.8	23464.5562	0	23464.5562	20.77094	11.732278
3.4	15	16.55556	16.22222	12.76471	14.5768	41194.02941	5.666667	0.708333	0.735013	KC		1.6	26606.2103	0	26606.2103	22.60008	13.303105
3.6	15	17.77778	17.11111	13.05882	15.25163	43101.17765	6	0.75	0.727166	KS		2	30719.8923	0	30719.8923	24.607003	15.359946
3.8	15	18.66667	18	12.88235	15.60784	44107.76471	6.333333	0.791667	0.719319	KS		2	35015.2563	0	35015.2563	26.37434	17.507628
4	15	20	19.11111	12.82353	16.18954	45751.64706	6.666667	0.833333	0.711473	KS		2.8	41276.2158	0	41276.2158	29.009288	20.638108
4.2	16	21.11111	20.22222	12.82353	16.7451	47321.64706	7	0.875	0.703626	KS		2.4	46848.9337	0	46848.9337	31.390194	23.424467
4.4	18	22.55556	21.66667	12.82353	17.46732	49362.64706	7.333333	0.916667	0.695779	KS		2.2	52140.8325	0	52140.8325	33.834493	26.070416
4.6	16	24.33333	23	12.88235	18.27451	51643.76471	7.666667	0.958333	0.687933	KS		2.4	58108.157	0	58108.157	36.583974	29.054078
4.8	16	25.66667	24	13.23529	19.03431	53790.97059	8	1	0.680086	KS		2.6	64776.886	0	64776.886	39.522619	32.388443
5	20	26.66667	25	13.88235	19.85784	56118.26471	8.333333	1.041667	0.672239	KS		3	64776.886	7605.9079	72382.7939	42.833686	36.191397
5.2	23	28.33333	26.66667	14.70588	21.10294	59636.91176	8.666667	1.083333	0.664393	KS		2.5	64776.886	13870.182	78647.0676	46.09466	39.323534
5.4	23	29.66667	28.33333	15.47059	22.23529	62836.94118	9	1.125	0.656546	KS		3.2	64776.886	21793.754	86570.6399	49.802527	43.28532
5.6	25	31.33333	29.11111	16.23529	23.22876	65644.47059	9.333333	1.166667	0.648699	KS		2.5	64776.886	27910.062	92686.9479	52.777139	46.343474
5.8	25	31.55556	29.66667	17.05882	23.83497	67357.61765	9.666667	1.208333	0.640853	KS		3.1	64776.886	35402.545	100179.431	55.845683	50.089716
6	29	33	31.11111	18.11765	25.0866	70894.73529	10	1.25	0.633006	KS		3	64776.886	42564.956	107341.442	59.412059	53.670721
6.2	30	34.22222	32.33333	19.17647	26.22712	74117.85294	10.33333	1.291667	0.625159	KS		3.7	64776.886	51288.208	116065.094	63.394316	58.032547
6.4	25	35.55556	34.11111	19.94118	27.38725	77396.38235	10.66667	1.333333	0.617313	KS		3.5	64776.886	59436.735	124213.621	67.203334	62.10681
6.6	25	36.25	35.25	20.64706	28.19853	79689.04412	11	1.375	0.609466	KS		3.4	64776.886	67251.83	132028.716	70.572587	66.014358
6.8	35	37.85714	36.71429	21.82353	29.55462	83521.36134	11.33333	1.416667	0.601619	KS		3.7	64776.886	75646.998	140423.884	74.648415	70.211942
7	38	38.33333	37	23.17647	30.42157	85971.35294	11.66667	1.458333	0.593773	KS		3.7	64776.886	83932.672	148709.558	78.22697	74.354779
7.2	30	38.4	36.8	24.05882	30.82941	87123.91765	12	1.5	0.585926	KS		4.8	64776.886	94539.607	159316.493	82.146803	79.658246
7.4	30	38.5	38.5	24.94118	31.72059	89642.38235	12.33333	1.541667	0.578079	KS		3.5	64776.886	102170.25	166947.14	85.529841	83.47357
7.6	38	41.33333	41.33333	26.23529	33.78431	95474.47059	12.66667	1.583333	0.570233	KS		4.3	64776.886	111417.8	176194.684	90.556385	88.097342

T542

diameter 80cm

KEDA-	Cn MIN	Cn1	Cn2	Cn3	Cn	Qp.=							QS1	QS2	Qs	Qall (SF=3)	tarik SF=2
		RATA2	RATA2 MIN	RATA2 MIN	RATA2	Quijung											
LAMAN		4D KEBAW	4D KEBAW	8D KEATAS	UJUNG	Kg	Li/D	Li/8D	KC/KS		FRICT	Qs1(0-8D)	Qs(8D-L)			SCHMERTMANN	
0	0	14.11111	12.44444	0	6.638889	33353.77778	0	0	0	KC	0	0	0	0	11.117926	0	0

0.2	10	15.11111	13.44444	2.5	8.388889	42145.77778	0.25	0.03125	0.818285	KC	0.5	64.2938214	0	64.2938214	14.070024	0.0321469
0.4	18	15.11111	13.44444	5.6	9.938889	49932.97778	0.5	0.0625	0.856636	KC	1	333.522279	0	333.522279	16.7555	0.1667611
0.6	16	14.11111	12.77778	7.333333	10.38889	52193.77778	0.75	0.09375	0.850751	KC	1	734.590607	0	734.590607	17.642789	0.3672953
0.8	16	13.66667	12.22222	8.571429	10.75794	54047.87302	1	0.125	0.844866	KC	1.5	1531.17855	0	1531.17855	18.526351	0.7655893
1	18	13.11111	11.66667	9.75	11.06944	55612.88889	1.25	0.15625	0.838981	KS	2.1	2915.4972	0	2915.4972	19.509462	1.4577486
1.2	15	12.55556	11	10.33333	11.05556	55543.11111	1.5	0.1875	0.833096	KS	2.3	4722.12538	0	4722.12538	20.088412	2.3610627
1.4	10	11.88889	10.66667	10.3	10.78889	54203.37778	1.75	0.21875	0.827211	KS	2.3	6814.96921	0	6814.96921	20.339449	3.4074846
1.6	9	11.66667	11	10.18182	10.75758	54046.06061	2	0.25	0.821326	KC	1.5	8363.75538	0	8363.75538	20.803272	4.1818777
1.8	9	12.22222	11.66667	10.08333	11.01389	55333.77778	2.25	0.28125	0.815441	KC	1	9517.02194	0	9517.02194	21.616933	4.758511
2	10	12.88889	12.33333	10.07692	11.34402	56992.34188	2.5	0.3125	0.469713	KC	0.9	10181.3303	0	10181.3303	22.391224	5.0906652
2.2	12	13.55556	12.88889	10.21429	11.71825	58872.50794	2.75	0.34375	0.556856	KC	0.8	10951.3826	0	10951.3826	23.27463	5.4756913
2.4	11	13.88889	13.22222	10.26667	11.91111	59841.42222	3	0.375	0.469713	KC	0.9	11748.5527	0	11748.5527	23.863325	5.8742763
2.6	11	14.11111	13.77778	10.3125	12.12847	60933.44444	3.25	0.40625	0.791901	KC	1.8	14660.4858	0	14660.4858	25.197977	7.3302429
2.8	12	14.88889	14.55556	10.41176	12.56699	63136.57516	3.5	0.4375	0.786016	KC	1.6	17427.2621	0	17427.2621	26.854612	8.7136311
3	12	15.33333	15	11.11765	13.14216	66026.19608	3.75	0.46875	0.780131	KC	1.7	20553.3585	0	20553.3585	28.859852	10.276679
3.2	13	15.77778	15.44444	11.88235	13.74673	69063.5817	4	0.5	0.774246	KC	1.8	24057.3747	0	24057.3747	31.040319	12.028687
3.4	15	16.55556	16.22222	12.76471	14.5768	73233.83007	4.25	0.53125	0.768361	KC	1.6	27341.5691	0	27341.5691	33.525133	13.670785
3.6	15	17.77778	17.11111	13.05882	15.25163	76624.20915	4.5	0.5625	0.762476	KS	2	31655.0048	0	31655.0048	36.093071	15.827502
3.8	15	18.66667	18	12.88235	15.60784	78413.80392	4.75	0.59375	0.756591	KS	2	36172.9339	0	36172.9339	38.195579	18.086467
4	15	20	19.11111	12.82353	16.18954	81336.26144	5	0.625	0.750706	KS	2.8	42779.1467	0	42779.1467	41.371803	21.389573
4.2	16	21.11111	20.22222	12.82353	16.7451	84127.37255	5.25	0.65625	0.744821	KS	2.4	48678.129	0	48678.129	44.268501	24.339064
4.4	18	22.55556	21.66667	12.82353	17.46732	87755.81699	5.5	0.6875	0.738936	KS	2.2	54298.2651	0	54298.2651	47.351361	27.149133
4.6	16	24.33333	23	12.88235	18.27451	91811.13725	5.75	0.71875	0.733051	KS	2.4	60656.9589	0	60656.9589	50.822699	30.328479
4.8	16	25.66667	24	13.23529	19.03431	95628.39216	6	0.75	0.727166	KS	2.6	67787.3409	0	67787.3409	54.471911	33.89367
5	20	26.66667	25	13.88235	19.85784	99765.80392	6.25	0.78125	0.721281	KS	3	76288.1527	0	76288.1527	58.684652	38.144076
5.2	23	28.33333	26.66667	14.70588	21.10294	106021.1765	6.5	0.8125	0.715396	KS	2.5	83595.4119	0	83595.4119	63.205529	41.797706
5.4	23	29.66667	28.33333	15.47059	22.23529	111710.1176	6.75	0.84375	0.709511	KS	3.2	93228.5441	0	93228.5441	68.312887	46.614272
5.6	25	31.33333	29.11111	16.23529	23.22876	116701.281	7	0.875	0.703626	KS	2.5	100968.43	0	100968.43	72.55657	50.484215
5.8	25	31.55556	29.66667	17.05882	23.83497	119746.8758	7.25	0.90625	0.697741	KS	3.1	110825.517	0	110825.517	76.857464	55.412758
6	29	33	31.11111	18.11765	25.0866	126035.085	7.5	0.9375	0.691856	KS	3	120610.337	0	120610.337	82.215141	60.305169
6.2	30	34.22222	32.33333	19.17647	26.22712	131765.0719	7.75	0.96875	0.685971	KS	3.7	132974.475	0	132974.475	88.246516	66.487237
6.4	25	35.55556	34.11111	19.94118	27.38725	137593.5686	8	1	0.680086	KS	3.5	144943.988	0	144943.988	94.179186	72.471994

Berdasarkan data SPT T536,Diameter tiang = 30 cm

Depth	N	N Corr	N rata2 ujung	Qujung	fsi	Rsi	Σ Rsi	Qult = Qujung +Σ Rsi	Ptekan ijin = Qult/SF SF=3 ; (ton)	Ptekan ijin = Qult/SF SF=2;(ton)	Ptarik ijin = Rsi/SF SF=3;(ton)	Ptarik ijin = Rsi/SF SF=2;(ton)
(m)	(blow/ft)			(ton)	(ton/m2)	(ton)	(ton)					
1	3.00	6.00	9.00	25.45	3.00	1.41	1.41	26.86	8.95	13.43	0.47	0.71
1.5	6.00	12.00	12.00	33.93	6.00	2.83	4.24	38.17	12.72	19.09	1.41	2.12
2.0	9.00	18.00	15.00	42.41	9.00	4.24	8.48	50.89	16.96	25.45	2.83	4.24
2.5	12.00	24.00	20.60	58.25	12.00	5.65	14.14	72.38	24.13	36.19	4.71	7.07
3.0	21.50	43.00	31.80	89.91	21.50	10.13	24.27	114.18	38.06	57.09	8.09	12.13
3.5	31.00	62.00	45.20	127.81	31.00	14.61	38.88	166.69	55.56	83.35	12.96	19.44
4.0	40.50	79.02	59.79	169.04	39.51	18.62	57.50	226.54	75.51	113.27	19.17	28.75
4.5	50.00	90.91	72.01	203.60	45.45	21.42	78.92	282.51	94.17	141.26	26.31	39.46
5.0	50.00	85.11	79.41	224.52	42.55	20.05	98.97	323.49	107.83	161.75	32.99	49.48
5.5	50.00	80.00	82.10	232.14	40.00	18.85	117.82	349.96	116.65	174.98	39.27	58.91
6.0	50.00	75.47	80.58	227.84	37.74	17.78	135.60	363.45	121.15	181.72	45.20	67.80
6.5	50.00	71.43	75.96	214.77	35.71	16.83	152.43	367.21	122.40	183.60	50.81	76.22
7.0	50.00	67.80	71.84	203.13	33.90	15.97	168.41	371.54	123.85	185.77	56.14	84.20
7.5	50.00	64.52	68.15	192.69	32.26	15.20	183.61	376.30	125.43	188.15	61.20	91.80
8.0	50.00	61.54	64.82	183.28	30.77	14.50	198.11	381.38	127.13	190.69	66.04	99.05
8.5	50.00	58.82	61.80	174.74	29.41	13.86	211.97	386.71	128.90	193.35	70.66	105.98
9.0	50.00	56.34	59.05	166.97	28.17	13.27	225.24	392.21	130.74	196.11	75.08	112.62
9.5	50.00	54.05	56.54	159.86	27.03	12.74	237.98	397.84	132.61	198.92	79.33	118.99
10.0	50.00	51.95	54.23	153.34	25.97	12.24	250.22	403.56	134.52	201.78	83.41	125.11

Berdasarkan data SPT T536,Diameter tiang = 40 cm

Depth	N	N Corr	N rata2 ujung	Qujung	fsi	Rsi	Σ Rsi	Qult = Qujung +Σ Rsi	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF
(m)	(blow/ft)			(ton)	2)	(ton)	(ton)		SF=3 ; (ton)	SF=2;(ton)	SF=3;(ton)	SF=2;(ton)
1	3.00	6.00	9.00	45.24	3.00	1.88	1.88	47.12	15.71	23.56	0.63	0.94
1.5	6.00	12.00	12.00	60.32	6.00	3.77	5.65	65.97	21.99	32.99	1.88	2.83
2.0	9.00	18.00	15.00	75.40	9.00	5.65	11.31	86.71	28.90	43.35	3.77	5.65
2.5	12.00	24.00	20.60	103.55	12.00	7.54	18.85	122.40	40.80	61.20	6.28	9.42
3.0	21.50	43.00	31.80	159.84	21.50	13.51	32.36	192.20	64.07	96.10	10.79	16.18
3.5	31.00	62.00	45.20	227.22	31.00	19.48	51.84	279.06	93.02	139.53	17.28	25.92
4.0	40.50	79.02	59.79	300.52	39.51	24.83	76.66	377.18	125.73	188.59	25.55	38.33
4.5	50.00	90.91	72.01	361.95	45.45	28.56	105.22	467.17	155.72	233.59	35.07	52.61
5.0	50.00	85.11	79.41	399.15	42.55	26.74	131.96	531.11	177.04	265.55	43.99	65.98
5.5	50.00	80.00	82.10	412.69	40.00	25.13	157.09	569.78	189.93	284.89	52.36	78.55
6.0	50.00	75.47	80.58	405.06	37.74	23.71	180.80	585.86	195.29	292.93	60.27	90.40
6.5	50.00	71.43	75.96	381.82	35.71	22.44	203.24	585.06	195.02	292.53	67.75	101.62
7.0	50.00	67.80	71.84	361.12	33.90	21.30	224.54	585.66	195.22	292.83	74.85	112.27
7.5	50.00	64.52	68.15	342.56	32.26	20.27	244.81	587.37	195.79	293.69	81.60	122.40
8.0	50.00	61.54	64.82	325.82	30.77	19.33	264.14	589.97	196.66	294.98	88.05	132.07
8.5	50.00	58.82	61.80	310.65	29.41	18.48	282.62	593.28	197.76	296.64	94.21	141.31
9.0	50.00	56.34	59.05	296.84	28.17	17.70	300.32	597.16	199.05	298.58	100.11	150.16
9.5	50.00	54.05	56.54	284.20	27.03	16.98	317.30	601.51	200.50	300.75	105.77	158.65
10.0	50.00	51.95	54.23	272.60	25.97	16.32	333.62	606.23	202.08	303.11	111.21	166.81

Berdasarkan data SPT T536,Diameter tiang = 50 cm

Depth	N	N Corr	rata2 ujur	Qujung	f_{si}	Rsi	Σ Rsi	Qult = Qujung + Σ Rsi	Ptekan ijin = Qult/SF SF=3 ; (ton)	Ptekan ijin = Qult/SF SF=2;(ton)	Ptarik ijin = Rsi/SF SF=3;(ton)	Ptarik ijin = Rsi/SF SF=2;(ton)
(m)	(blow/ft)			(ton)	(ton/m ²)	(ton)	(ton)					
1	3.00	6.00	9.00	70.69	3.00	2.36	2.36	73.04	24.35	36.52	0.79	1.18
1.5	6.00	12.00	12.00	94.25	6.00	4.71	7.07	101.32	33.77	50.66	2.36	3.53
2.0	9.00	18.00	15.00	117.81	9.00	7.07	14.14	131.95	43.98	65.97	4.71	7.07
2.5	12.00	24.00	20.60	161.79	12.00	9.42	23.56	185.35	61.78	92.68	7.85	11.78
3.0	21.50	43.00	31.80	249.76	21.50	16.89	40.45	290.20	96.73	145.10	13.48	20.22
3.5	31.00	62.00	45.20	355.04	31.00	24.35	64.80	419.83	139.94	209.92	21.60	32.40
4.0	40.50	79.02	59.79	469.56	39.51	31.03	95.83	565.39	188.46	282.70	31.94	47.91
4.5	50.00	90.91	72.01	565.55	45.45	35.70	131.53	697.08	232.36	348.54	43.84	65.76
5.0	50.00	85.11	79.41	623.67	42.55	33.42	164.95	788.62	262.87	394.31	54.98	82.47
5.5	50.00	80.00	82.10	644.83	40.00	31.42	196.37	841.20	280.40	420.60	65.46	98.18
6.0	50.00	75.47	80.58	632.90	37.74	29.64	226.00	858.90	286.30	429.45	75.33	113.00
6.5	50.00	71.43	75.96	596.59	35.71	28.05	254.05	850.65	283.55	425.32	84.68	127.03
7.0	50.00	67.80	71.84	564.25	33.90	26.62	280.68	844.93	281.64	422.46	93.56	140.34
7.5	50.00	64.52	68.15	535.25	32.26	25.34	306.01	841.26	280.42	420.63	102.00	153.01
8.0	50.00	61.54	64.82	509.10	30.77	24.17	330.18	839.28	279.76	419.64	110.06	165.09
8.5	50.00	58.82	61.80	485.40	29.41	23.10	353.28	838.67	279.56	419.34	117.76	176.64
9.0	50.00	56.34	59.05	463.81	28.17	22.12	375.40	839.21	279.74	419.61	125.13	187.70
9.5	50.00	54.05	56.54	444.07	27.03	21.23	396.63	840.70	280.23	420.35	132.21	198.31
10.0	50.00	51.95	54.23	425.94	25.97	20.40	417.03	842.97	280.99	421.49	139.01	208.51

Berdasarkan data SPT T536,Diameter tiang = 60 cm

Depth	N	N Corr	rata2 ujur	Qujung	fsi	Rsi	Σ Rsi	Qult = Qujung +Σ Rsi	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF
(m)	(blow/ft)			(ton)	(ton/m2)	(ton)	(ton)		SF=3 ; (ton)	SF=2;(ton)	SF=3;(ton)	SF=2;(ton)
1	3.00	6.00	9.00	101.79	3.00	2.83	2.83	104.62	34.87	52.31	0.94	1.41
1.5	6.00	12.00	12.00	135.72	6.00	5.65	8.48	144.20	48.07	72.10	2.83	4.24
2.0	9.00	18.00	15.00	169.65	9.00	8.48	16.96	186.61	62.20	93.31	5.65	8.48
2.5	12.00	24.00	20.60	232.98	12.00	11.31	28.27	261.25	87.08	130.63	9.42	14.14
3.0	21.50	43.00	31.80	359.65	21.50	20.26	48.54	408.19	136.06	204.09	16.18	24.27
3.5	31.00	62.00	45.20	511.26	31.00	29.22	77.75	589.01	196.34	294.50	25.92	38.88
4.0	40.50	79.02	59.79	676.17	39.51	37.24	114.99	791.17	263.72	395.58	38.33	57.50
4.5	50.00	90.91	72.01	814.39	45.45	42.84	157.83	972.22	324.07	486.11	52.61	78.92
5.0	50.00	85.11	79.41	898.08	42.55	40.11	197.94	1096.02	365.34	548.01	65.98	98.97
5.5	50.00	80.00	82.10	928.56	40.00	37.70	235.64	1164.19	388.06	582.10	78.55	117.82
6.0	50.00	75.47	80.58	911.37	37.74	35.57	271.20	1182.58	394.19	591.29	90.40	135.60
6.5	50.00	71.43	75.96	859.09	35.71	33.66	304.86	1163.96	387.99	581.98	101.62	152.43
7.0	50.00	67.80	71.84	812.52	33.90	31.95	336.81	1149.33	383.11	574.67	112.27	168.41
7.5	50.00	64.52	68.15	770.76	32.26	30.40	367.21	1137.98	379.33	568.99	122.40	183.61
8.0	50.00	61.54	64.82	733.10	30.77	29.00	396.21	1129.32	376.44	564.66	132.07	198.11
8.5	50.00	58.82	61.80	698.97	29.41	27.72	423.93	1122.90	374.30	561.45	141.31	211.97
9.0	50.00	56.34	59.05	667.89	28.17	26.55	450.48	1118.37	372.79	559.18	150.16	225.24
9.5	50.00	54.05	56.54	639.46	27.03	25.47	475.95	1115.41	371.80	557.71	158.65	237.98
10.0	50.00	51.95	54.23	613.36	25.97	24.48	500.43	1113.79	371.26	556.90	166.81	250.22

Berdasarkan data SPT T536,Diameter tiang = 80 cm

Depth	N	N Corr	rata2 ujur	Qujung	f _{si}	R _{si}	Σ R _{si}	Qult = Qujung +Σ R _{si}	Ptekan ijin = Qult/SF SF=3 ; (ton)	Ptekan ijin = Qult/SF SF=2;(ton)	Ptarik ijin = R _{si} /SF SF=3;(ton)	Ptarik ijin = R _{si} /SF SF=2;(ton)
(m)	blow/ft)			(ton)	(ton/m2)	(ton)	(ton)					
1	3.00	6.00	9.00	180.96	3.00	3.77	3.77	184.73	61.58	92.36	1.26	1.88
1.5	6.00	12.00	12.00	241.27	6.00	7.54	11.31	252.58	84.19	126.29	3.77	5.65
2.0	9.00	18.00	15.00	301.59	9.00	11.31	22.62	324.21	108.07	162.11	7.54	11.31
2.5	12.00	24.00	20.60	414.19	12.00	15.08	37.70	451.89	150.63	225.94	12.57	18.85
3.0	21.50	43.00	31.80	639.38	21.50	27.02	64.72	704.09	234.70	352.05	21.57	32.36
3.5	31.00	62.00	45.20	908.90	31.00	38.96	103.67	1012.57	337.52	506.29	34.56	51.84
4.0	40.50	79.02	59.79	1202.08	39.51	49.65	153.33	1355.41	451.80	677.70	51.11	76.66
4.5	50.00	90.91	72.01	1447.81	45.45	57.12	210.44	1658.25	552.75	829.13	70.15	105.22
5.0	50.00	85.11	79.41	1596.59	42.55	53.47	263.92	1860.51	620.17	930.26	87.97	131.96
5.5	50.00	80.00	82.10	1650.76	40.00	50.27	314.18	1964.95	654.98	982.47	104.73	157.09
6.0	50.00	75.47	80.58	1620.22	37.74	47.42	361.60	1981.82	660.61	990.91	120.53	180.80
6.5	50.00	71.43	75.96	1527.28	35.71	44.88	406.48	1933.76	644.59	966.88	135.49	203.24
7.0	50.00	67.80	71.84	1444.48	33.90	42.60	449.08	1893.56	631.19	946.78	149.69	224.54
7.5	50.00	64.52	68.15	1370.24	32.26	40.54	489.62	1859.86	619.95	929.93	163.21	244.81
8.0	50.00	61.54	64.82	1303.30	30.77	38.67	528.28	1831.58	610.53	915.79	176.09	264.14
8.5	50.00	58.82	61.80	1242.61	29.41	36.96	565.24	1807.86	602.62	903.93	188.41	282.62
9.0	50.00	56.34	59.05	1187.35	28.17	35.40	600.64	1787.99	596.00	894.00	200.21	300.32
9.5	50.00	54.05	56.54	1136.81	27.03	33.96	634.61	1771.42	590.47	885.71	211.54	317.30
10.0	50.00	51.95	54.23	1090.41	25.97	32.64	667.25	1757.66	585.89	878.83	222.42	333.62

Berdasarkan data SPT T542,Diameter tiang = 30 cm

Depth	N	N Corr	rata2 ujur	Qujung	fsi	Rsi	Σ Rsi	Qult = Qujung +Σ Rsi	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF
(m)	(blow/ft)			(ton)	(ton/m2)	(ton)	(ton)		SF=3 ; (ton)	SF=2;(ton)	SF=3;(ton)	SF=2;(ton)
1	5.75	11.50	17.25	48.77	5.75	2.71	2.71	51.48	17.16	25.74	0.90	1.35
1.5	11.50	23.00	23.00	65.03	11.50	5.42	8.13	73.16	24.39	36.58	2.71	4.06
2.0	17.25	34.50	28.75	81.29	17.25	8.13	16.26	97.55	32.52	48.77	5.42	8.13
2.5	23.00	46.00	32.60	92.17	23.00	10.84	27.10	119.27	39.76	59.64	9.03	13.55
3.0	24.00	48.00	39.90	112.81	24.00	11.31	38.41	151.21	50.40	75.61	12.80	19.20
3.5	25.00	47.98	44.48	125.78	23.99	11.31	49.71	175.49	58.50	87.74	16.57	24.86
4.0	26.00	45.94	46.55	131.63	22.97	10.82	60.54	192.16	64.05	96.08	20.18	30.27
4.5	27.40	44.84	46.13	130.44	22.42	10.57	71.10	201.54	67.18	100.77	23.70	35.55
5.0	28.80	43.90	45.15	127.66	21.95	10.34	81.45	209.10	69.70	104.55	27.15	40.72
5.5	30.20	43.08	44.02	124.48	21.54	10.15	91.60	216.07	72.02	108.04	30.53	45.80
6.0	31.60	42.36	43.18	122.09	21.18	9.98	101.58	223.67	74.56	111.84	33.86	50.79
6.5	33.00	41.72	42.39	119.84	20.86	9.83	111.41	231.25	77.08	115.63	37.14	55.70
7.0	34.17	40.87	41.63	117.70	20.43	9.63	121.04	238.73	79.58	119.37	40.35	60.52
7.5	35.33	40.11	40.89	115.63	20.05	9.45	130.49	246.11	82.04	123.06	43.50	65.24
8.0	36.50	39.42	40.18	113.61	19.71	9.29	139.77	253.38	84.46	126.69	46.59	69.89
8.5	37.67	38.79	39.57	111.89	19.40	9.14	148.91	260.80	86.93	130.40	49.64	74.46
9.0	38.83	38.68	39.28	111.06	19.34	9.11	158.03	269.08	89.69	134.54	52.68	79.01
9.5	40.00	39.40	39.38	111.33	19.70	9.28	167.31	278.64	92.88	139.32	55.77	83.66
10.0	41.67	40.59	39.84	112.65	20.30	9.56	176.87	289.53	96.51	144.76	58.96	88.44

Berdasarkan data SPT T542, Diameter tiang = 40 cm

Depth	N	N Corr	rata2 ujur	Qujung	fsi	Rsi	Σ Rsi	Qult = Qujung +Σ Rsi	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF
(m)	(blow/ft)			(ton)	(ton/m2)	(ton)	(ton)		SF=3 ; (ton)	SF=2;(ton)	SF=3;(ton)	SF=2;(ton)
1	5.75	11.50	17.25	86.71	5.75	3.61	3.61	90.32	30.11	45.16	1.20	1.81
1.5	11.50	23.00	23.00	115.61	11.50	7.23	10.84	126.45	42.15	63.22	3.61	5.42
2.0	17.25	34.50	28.75	144.51	17.25	10.84	21.68	166.19	55.40	83.10	7.23	10.84
2.5	23.00	46.00	32.60	163.87	23.00	14.45	36.13	199.99	66.66	100.00	12.04	18.06
3.0	24.00	48.00	39.92	200.64	24.00	15.08	51.21	251.84	83.95	125.92	17.07	25.60
3.5	25.00	48.08	44.52	223.78	24.04	15.10	66.31	290.09	96.70	145.04	22.10	33.16
4.0	26.00	46.02	46.60	234.25	23.01	14.46	80.77	315.02	105.01	157.51	26.92	40.38
4.5	27.40	44.92	46.20	232.21	22.46	14.11	94.88	327.09	109.03	163.54	31.63	47.44
5.0	28.80	43.97	45.22	227.33	21.98	13.81	108.69	336.02	112.01	168.01	36.23	54.35
5.5	30.20	43.14	44.09	221.63	21.57	13.55	122.25	343.88	114.63	171.94	40.75	61.12
6.0	31.60	42.42	43.24	217.37	21.21	13.33	135.57	352.94	117.65	176.47	45.19	67.79
6.5	33.00	41.77	42.44	213.35	20.89	13.12	148.70	362.04	120.68	181.02	49.57	74.35
7.0	34.17	40.92	41.68	209.51	20.46	12.85	161.55	371.06	123.69	185.53	53.85	80.78
7.5	35.33	40.15	40.94	205.80	20.08	12.61	174.16	379.97	126.66	189.98	58.05	87.08
8.0	36.50	39.46	40.23	202.20	19.73	12.40	186.56	388.76	129.59	194.38	62.19	93.28
8.5	37.67	38.83	39.61	199.10	19.42	12.20	198.76	397.86	132.62	198.93	66.25	99.38
9.0	38.83	38.69	39.31	197.58	19.34	12.15	210.91	408.50	136.17	204.25	70.30	105.46
9.5	40.00	39.41	39.40	198.04	19.70	12.38	223.30	421.33	140.44	210.67	74.43	111.65
10.0	41.67	40.60	39.86	200.35	20.30	12.76	236.05	436.41	145.47	218.20	78.68	118.03

Berdasarkan data SPT T542,Diameter tiang = 50 cm

Depth	N	N Corr	N rata2 ujung	Qujung	fsi	Rsi	Σ Rsi		Ptekan ijin = Qult/SF	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF
(m)	(blow/ ft)			(ton)	(ton/m 2)	(ton)	(ton)	Qult = Qujung +Σ Rsi	SF=3 ; (ton)	SF=2;(ton)	SF=3;(ton)	SF=2;(ton)
1	5.75	11.50	17.25	135.48	5.75	4.52	4.52	140.00	46.67	70.00	1.51	2.26
1.5	11.50	23.00	23.00	180.64	11.50	9.03	13.55	194.19	64.73	97.09	4.52	6.77
2.0	17.25	34.50	28.75	225.80	17.25	13.55	27.10	252.90	84.30	126.45	9.03	13.55
2.5	23.00	46.00	32.60	256.04	23.00	18.06	45.16	301.20	100.40	150.60	15.05	22.58
3.0	24.00	48.00	39.92	313.49	24.00	18.85	64.01	377.50	125.83	188.75	21.34	32.00
3.5	25.00	48.08	44.52	349.65	24.04	18.88	82.89	432.54	144.18	216.27	27.63	41.44
4.0	26.00	46.02	46.60	366.02	23.01	18.07	100.96	466.98	155.66	233.49	33.65	50.48
4.5	27.40	44.92	46.20	362.83	22.46	17.64	118.60	481.43	160.48	240.71	39.53	59.30
5.0	28.80	43.97	45.22	355.20	21.98	17.27	135.87	491.06	163.69	245.53	45.29	67.93
5.5	30.20	43.14	44.09	346.30	21.57	16.94	152.81	499.11	166.37	249.56	50.94	76.40
6.0	31.60	42.42	43.24	339.64	21.21	16.66	169.47	509.10	169.70	254.55	56.49	84.73
6.5	33.00	41.77	42.44	333.35	20.89	16.40	185.87	519.22	173.07	259.61	61.96	92.93
7.0	34.17	40.92	41.68	327.36	20.46	16.07	201.94	529.29	176.43	264.65	67.31	100.97
7.5	35.33	40.15	40.94	321.57	20.08	15.77	217.71	539.27	179.76	269.64	72.57	108.85
8.0	36.50	39.46	40.23	315.94	19.73	15.50	233.20	549.14	183.05	274.57	77.73	116.60
8.5	37.67	38.83	39.61	311.09	19.42	15.25	248.45	559.55	186.52	279.77	82.82	124.23
9.0	38.83	38.69	39.31	308.72	19.34	15.19	263.64	572.37	190.79	286.18	87.88	131.82
9.5	40.00	39.41	39.40	309.43	19.70	15.48	279.12	588.55	196.18	294.27	93.04	139.56
10.0	41.67	40.60	39.86	313.05	20.30	15.94	295.06	608.12	202.71	304.06	98.35	147.53

Berdasarkan data SPT T542,Diameter tiang = 60 cm

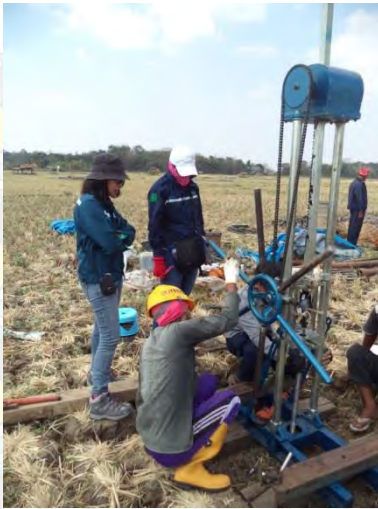
Depth	N	N Corr	N rata2 ujung	Qujung	fsi	Rsi	Σ Rsi		Ptekan ijin = Qult/SF	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF
(m)	(blow/ ft)			(ton)	(ton/m 2)	(ton)	(ton)	Qult = Qujung +Σ Rsi	SF=3 ; (ton)	SF=2;(ton)	SF=3;(ton)	SF=2;(ton)
1	5.75	11.50	17.25	195.09	5.75	5.42	5.42	200.51	66.84	100.26	1.81	2.71
1.5	11.50	23.00	23.00	260.12	11.50	10.84	16.26	276.38	92.13	138.19	5.42	8.13
2.0	17.25	34.50	28.75	325.15	17.25	16.26	32.52	357.67	119.22	178.84	10.84	16.26
2.5	23.00	46.00	32.60	368.70	23.00	21.68	54.19	422.89	140.96	211.44	18.06	27.10
3.0	24.00	48.00	39.92	451.43	24.00	22.62	76.81	528.24	176.08	264.12	25.60	38.41
3.5	25.00	48.08	44.52	503.50	24.04	22.66	99.47	602.96	200.99	301.48	33.16	49.73
4.0	26.00	46.02	46.60	527.06	23.01	21.69	121.15	648.22	216.07	324.11	40.38	60.58
4.5	27.40	44.92	46.20	522.47	22.46	21.17	142.32	664.79	221.60	332.39	47.44	71.16
5.0	28.80	43.97	45.22	511.48	21.98	20.72	163.04	674.52	224.84	337.26	54.35	81.52
5.5	30.20	43.14	44.09	498.68	21.57	20.33	183.37	682.05	227.35	341.02	61.12	91.69
6.0	31.60	42.42	43.24	489.07	21.21	19.99	203.36	692.43	230.81	346.22	67.79	101.68
6.5	33.00	41.77	42.44	480.03	20.89	19.68	223.04	703.07	234.36	351.54	74.35	111.52
7.0	34.17	40.92	41.68	471.39	20.46	19.28	242.33	713.72	237.91	356.86	80.78	121.16
7.5	35.33	40.15	40.94	463.06	20.08	18.92	261.25	724.31	241.44	362.15	87.08	130.62
8.0	36.50	39.46	40.23	454.95	19.73	18.59	279.84	734.79	244.93	367.40	93.28	139.92
8.5	37.67	38.83	39.61	447.98	19.42	18.30	298.14	746.12	248.71	373.06	99.38	149.07
9.0	38.83	38.69	39.31	444.56	19.34	18.23	316.37	760.93	253.64	380.47	105.46	158.19
9.5	40.00	39.41	39.40	445.58	19.70	18.57	334.94	780.52	260.17	390.26	111.65	167.47
10.0	41.67	40.60	39.86	450.80	20.30	19.13	354.08	804.87	268.29	402.44	118.03	177.04

Berdasarkan data SPT T542,Diameter tiang = 80 cm

Depth	N	N Corr	N rata2 ujung	Qujung	fsi	Rsi	Σ Rsi		Ptekan ijin = Qult/SF	Ptekan ijin = Qult/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF	Ptarik ijin = Rsi/SF
(m)	(blow/ ft)			(ton)	(ton/m 2)	(ton)	(ton)	Qult = Qujung +Σ Rsi	SF=3 ; (ton)	SF=2;(ton)	SF=3;(ton)	SF=2;(ton)
1	5.75	11.50	17.25	346.83	5.75	7.23	7.23	354.06	118.02	177.03	2.41	3.61
1.5	11.50	23.00	23.00	462.44	11.50	14.45	21.68	484.12	161.37	242.06	7.23	10.84
2.0	17.25	34.50	28.75	578.05	17.25	21.68	43.35	621.41	207.14	310.70	14.45	21.68
2.5	23.00	46.00	32.60	655.46	23.00	28.90	72.26	727.72	242.57	363.86	24.09	36.13
3.0	24.00	48.00	39.92	802.55	24.00	30.16	102.42	904.96	301.65	452.48	34.14	51.21
3.5	25.00	48.08	44.52	895.11	24.04	30.21	132.62	1027.73	342.58	513.86	44.21	66.31
4.0	26.00	46.02	46.60	937.00	23.01	28.91	161.54	1098.54	366.18	549.27	53.85	80.77
4.5	27.40	44.92	46.20	928.83	22.46	28.22	189.76	1118.59	372.86	559.30	63.25	94.88
5.0	28.80	43.97	45.22	909.30	21.98	27.63	217.39	1126.69	375.56	563.34	72.46	108.69
5.5	30.20	43.14	44.09	886.54	21.57	27.11	244.49	1131.03	377.01	565.52	81.50	122.25
6.0	31.60	42.42	43.24	869.47	21.21	26.65	271.15	1140.61	380.20	570.31	90.38	135.57
6.5	33.00	41.77	42.44	853.38	20.89	26.25	297.39	1150.77	383.59	575.39	99.13	148.70
7.0	34.17	40.92	41.68	838.03	20.46	25.71	323.10	1161.13	387.04	580.57	107.70	161.55
7.5	35.33	40.15	40.94	823.22	20.08	25.23	348.33	1171.55	390.52	585.77	116.11	174.16
8.0	36.50	39.46	40.23	808.80	19.73	24.79	373.12	1181.93	393.98	590.96	124.37	186.56
8.5	37.67	38.83	39.61	796.40	19.42	24.40	397.52	1193.92	397.97	596.96	132.51	198.76
9.0	38.83	38.69	39.31	790.33	19.34	24.31	421.83	1212.16	404.05	606.08	140.61	210.91
9.5	40.00	39.41	39.40	792.14	19.70	24.76	446.59	1238.73	412.91	619.37	148.86	223.30
10.0	41.67	40.60	39.86	801.42	20.30	25.51	472.10	1273.52	424.51	636.76	157.37	236.05

Lampiran 8 Dokumentasi Pengambilan Data Primer

Pengujian Sondir



Pengujian Bor dan SPT



Pengujian Geolistrik



Pengujian Seismik



Pengujian Mikrotremor



Pengujian Laboratorium





Annisa Rizqi Derlandia

Penulis dilahirkan di Jember, 01 Oktober 1995, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Al-Amien (Jember), SDN Kepatihan 1 Jember, SMP Negeri 2 Jember, dan SMA Negeri 1 Jember. Setelah lulus SMA pada tahun 2012, penulis meneruskan sekolah ke jenjang sarjana di Jurusan Teknik Sipil ITS FTSP-ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112100002. Di jurusan Teknik Sipil ini penulis aktif sebagai staf Departemen Kesejahteraan Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Sipil periode 2013/2014. Setelah itu, di tahun ketiga penulis menjabat sebagai Ketua Departemen Kesejahteraan Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Sipil periode 2014/2015. Selain itu penulis juga aktif di berbagai kepanitiaan, pelatihan, serta kegiatan lain di ITS.